

# Документация ClickHouse v20.1

## Что такое ClickHouse

ClickHouse - столбцовая система управления базами данных (СУБД) для онлайн обработки аналитических запросов (OLAP).

В обычной, "строковой" СУБД, данные хранятся в таком порядке:

Строка	WatchID	JavaEnable	Title	GoodEvent	EventTime
#0	89354350662	1	Investor Relations	1	2016-05-18 05:19:20
#1	90329509958	0	Contact us	1	2016-05-18 08:10:20
#2	89953706054	1	Mission	1	2016-05-18 07:38:00
#N	...	...	...	...	...

То есть, значения, относящиеся к одной строке, физически хранятся рядом.

Примеры строковых СУБД: MySQL, Postgres, MS SQL Server.

В столбцовых СУБД, данные хранятся в таком порядке:

Строка:	#0	#1	#2	#N
WatchID:	89354350662	90329509958	89953706054	...
JavaEnable:	1	0	1	...
Title:	Investor Relations	Contact us	Mission	...
GoodEvent:	1	1	1	...
EventTime:	2016-05-18 05:19:20	2016-05-18 08:10:20	2016-05-18 07:38:00	...

В примерах изображён только порядок расположения данных. То есть, значения из разных столбцов хранятся отдельно, а данные одного столбца - вместе.

Примеры столбцовых СУБД: Vertica, Paraccel (Actian Matrix, Amazon Redshift), Sybase IQ, Exasol, Infobright, InfiniDB, MonetDB (VectorWise, Actian Vector), LucidDB, SAP HANA, Google Dremel, Google PowerDrill, Druid, kdb+.

Разный порядок хранения данных лучше подходит для разных сценариев работы. Сценарий работы с данными - это то, какие производятся запросы, как часто и в каком соотношении; сколько читается данных на запросы каждого вида - строк, столбцов, байт; как соотносятся чтения и обновления данных; какой рабочий размер данных и насколько локально он используется; используются ли транзакции и с какой изолированностью; какие требования к дублированию данных и логической целостности; требования к задержкам на выполнение и пропускной способности запросов каждого вида и т. п.

Чем больше нагрузка на систему, тем более важной становится специализация под сценарий работы, и тем более конкретной становится эта специализация. Не существует системы, одинаково хорошо подходящей под существенно различные сценарии работы. Если система подходит под широкое множество сценариев работы, то при достаточно большой нагрузке, система будет справляться со всеми сценариями работы плохо, или справляться хорошо только с одним из сценариев работы.

## Ключевые особенности OLAP сценария работы

- подавляющее большинство запросов - на чтение;
- данные обновляются достаточно большими пачками (> 1000 строк), а не по одной строке, или не обновляются вообще;
- данные добавляются в БД, но не изменяются;
- при чтении, вынимается достаточно большое количество строк из БД, но только небольшое подмножество столбцов;
- таблицы являются "широкими", то есть, содержат большое количество столбцов;
- запросы идут сравнительно редко (обычно не более сотни в секунду на сервер);
- при выполнении простых запросов, допустимы задержки в районе 50 мс;
- значения в столбцах достаточно мелкие - числа и небольшие строки (пример - 60 байт на URL);
- требуется высокая пропускная способность при обработке одного запроса (до миллиардов строк в секунду на один сервер);
- транзакции отсутствуют;
- низкие требования к консистентности данных;
- в запросе одна большая таблица, все таблицы кроме одной маленькие;
- результат выполнения запроса существенно меньше исходных данных - то есть, данные фильтруются или агрегируются; результат выполнения помещается в оперативку на одном сервере.

Легко видеть, что OLAP сценарий работы существенно отличается от других распространённых сценариев работы (например, OLTP или Key-Value сценариев работы). Таким образом, не имеет никакого смысла пытаться использовать OLTP или Key-Value БД для обработки аналитических запросов, если вы хотите получить приличную производительность ("выше плинтуса"). Например, если вы попытаетесь использовать для аналитики MongoDB или Redis - вы получите анекдотически низкую производительность по сравнению с OLAP-СУБД.

## Причины, по которым столбцовые СУБД лучше подходят для OLAP сценария

Столбцовые СУБД лучше (от 100 раз по скорости обработки большинства запросов) подходят для OLAP сценария работы. Причины в деталях будут разъяснены ниже, а сам факт проще продемонстрировать визуально:

### Строчные СУБД



Столбцовые СУБД



Видите разницу?

### **По вводу-выводу**

1. Для выполнения аналитического запроса, требуется прочитать небольшое количество столбцов таблицы. В столбцовой БД для этого можно читать только нужные данные. Например, если вам требуется только 5 столбцов из 100, то следует рассчитывать на 20-кратное уменьшение ввода-вывода.
2. Так как данные читаются пачками, то их проще сжимать. Данные, лежащие по столбцам также лучше сжимаются. За счёт этого, дополнительно уменьшается объём ввода-вывода.
3. За счёт уменьшения ввода-вывода, больше данных влезает в системный кэш.

Например, для запроса "посчитать количество записей для каждой рекламной системы", требуется прочитать один столбец "идентификатор рекламной системы", который занимает 1 байт в несжатом виде. Если большинство переходов было не с рекламных систем, то можно рассчитывать хотя бы на десятикратное сжатие этого столбца. При использовании быстрого алгоритма сжатия, возможно разжатие данных со скоростью более нескольких гигабайт несжатых данных в секунду. То есть, такой запрос может выполняться со скоростью около нескольких миллиардов строк в секунду на одном сервере. На практике, такая скорость действительно достигается.

## Пример

```
$ clickhouse-client
ClickHouse client version 0.0.52053.
Connecting to localhost:9000.
Connected to ClickHouse server version 0.0.52053.
```

```
SELECT CounterID, count() FROM hits GROUP BY CounterID ORDER BY count() DESC LIMIT 20
```

CounterID	count()
114208	56057344
115080	51619590
3228	44658301
38230	42045932
145263	42042158
91244	38297270
154139	26647572
150748	24112755
242232	21302571
338158	13507087
62180	12229491
82264	12187441
232261	12148031
146272	11438516
168777	11403636
4120072	11227824
10938808	10519739
74088	9047015
115079	8837972
337234	8205961

## По вычислениям

Так как для выполнения запроса надо обработать достаточно большое количество строк, становится актуальным диспетчеризовывать все операции не для отдельных строк, а для целых векторов, или реализовать движок выполнения запроса так, чтобы издержки на диспетчеризацию были примерно нулевыми. Если этого не делать, то при любой не слишком плохой дисковой подсистеме, интерпретатор запроса неизбежно упрётся в CPU. Имеет смысл не только хранить данные по столбцам, но и обрабатывать их, по возможности, тоже по столбцам.

Есть два способа это сделать:

1. Векторный движок. Все операции пишутся не для отдельных значений, а для векторов. То есть, вызывать операции надо достаточно редко, и издержки на диспетчеризацию становятся пренебрежимо маленькими. Код операции содержит в себе хорошо оптимизированный внутренний цикл.
2. Кодогенерация. Для запроса генерируется код, в котором подставлены все косвенные вызовы.

В "обычных" БД этого не делается, так как не имеет смысла при выполнении простых запросов. Хотя есть исключения. Например, в MemSQL кодогенерация используется для уменьшения latency при выполнении SQL запросов. (Для сравнения - в аналитических СУБД, требуется оптимизация throughput, а не latency).

Стоит заметить, что для эффективности по CPU требуется, чтобы язык запросов был декларативным (SQL, MDX) или хотя бы векторным (J, K). То есть, чтобы запрос содержал циклы только в неявном виде, открывая возможности для оптимизации.

## Отличительные возможности ClickHouse

По-настоящему столбцовая СУБД

В по-настоящему столбцовой СУБД рядом со значениями не хранится никаких лишних данных. Например, должны поддерживаться значения постоянной длины, чтобы не хранить рядом со значениями типа "число" их длины. Для примера, миллиард значений типа UInt8 должен действительно занимать в несжатом виде около 1GB, иначе это сильно ударит по эффективности использования CPU. Очень важно хранить данные компактно (без "мусора") в том числе в несжатом виде, так как скорость разжатия (использование CPU) зависит, в основном, от объёма несжатых данных.

Этот пункт пришлось выделить, так как существуют системы, которые могут хранить значения отдельных столбцов по отдельности, но не могут эффективно выполнять аналитические запросы в силу оптимизации под другой сценарий работы. Примеры: HBase, BigTable, Cassandra, HyperTable. В этих системах вы получите пропускную способность в районе сотен тысяч строк в секунду, но не сотен миллионов строк в секунду.

Также стоит заметить, что ClickHouse является системой управления базами данных, а не одной базой данных. То есть, ClickHouse позволяет создавать таблицы и базы данных в runtime, загружать данные и выполнять запросы без переконфигурирования и перезапуска сервера.

## Сжатие данных

Некоторые столбцовые СУБД (InfiniDB CE, MonetDB) не используют сжатие данных. Однако сжатие данных действительно играет одну из ключевых ролей в демонстрации отличной производительности.

## Хранение данных на диске

Многие столбцовые СУБД (SAP HANA, Google PowerDrill) могут работать только в оперативной памяти. Такой подход стимулирует выделять больший бюджет на оборудование, чем фактически требуется для анализа в реальном времени. ClickHouse спроектирован для работы на обычных жестких дисках, что обеспечивает низкую стоимость хранения на гигабайт данных, но SSD и дополнительная оперативная память тоже полноценно используются, если доступны.

## Параллельная обработка запроса на многих процессорных ядрах

Большие запросы естественным образом распараллеливаются, используя все необходимые ресурсы из доступных на сервере.

## Распределённая обработка запроса на многих серверах

Почти все перечисленные ранее столбцовые СУБД не поддерживают распределённую обработку запроса. В ClickHouse данные могут быть расположены на разных шардах. Каждый шард может представлять собой группу реплик, которые используются для отказоустойчивости. Запрос будет выполнен на всех шардах параллельно. Это делается прозрачно для пользователя.

## Поддержка SQL

ClickHouse поддерживает декларативный язык запросов на основе SQL и во многих случаях совпадающий с SQL стандартом. Поддерживаются GROUP BY, ORDER BY, подзапросы в секциях FROM, IN, JOIN, а также скалярные подзапросы. Зависимые подзапросы и оконные функции не поддерживаются.

## Векторный движок

Данные не только хранятся по столбцам, но и обрабатываются по векторам - кусочкам столбцов. За счёт этого достигается высокая эффективность по CPU.

## Обновление данных в реальном времени

ClickHouse поддерживает таблицы с первичным ключом. Для того, чтобы можно было быстро выполнять запросы по диапазону первичного ключа, данные инкрементально сортируются с помощью *merge дерева*. За счёт этого, поддерживается постоянное добавление данных в таблицу. Блокировки при добавлении данных отсутствуют.

## Наличие индекса

Физическая сортировка данных по первичному ключу позволяет получать данные для конкретных его значений или их диапазонов с низкими задержками - менее десятков миллисекунд.

## Подходит для онлайн запросов

Низкие задержки позволяют не откладывать выполнение запроса и не подготавливать ответ заранее, а выполнять его именно в момент загрузки страницы пользовательского интерфейса. То есть, в режиме онлайн.

## Поддержка приближённых вычислений

ClickHouse предоставляет различные способы разменять точность вычислений на производительность:

1. Система содержит агрегатные функции для приближённого вычисления количества различных значений, медианы и квантилей.
2. Поддерживается возможность выполнить запрос на основе части (выборки) данных и получить приближённый результат. При этом, с диска будет считано пропорционально меньше данных.
3. Поддерживается возможность выполнить агрегацию не для всех ключей, а для ограниченного количества первых попавшихся ключей. При выполнении некоторых условий на распределение ключей в данных, это позволяет получить достаточно точный результат с использованием меньшего количества ресурсов.

## Репликация данных и поддержка целостности

Используется асинхронная *multimaster* репликация. После записи на любую доступную реплику, данные распространяются на все остальные реплики в фоне. Система поддерживает полную идентичность данных на разных репликах. Восстановление после большинства сбоев осуществляется автоматически, а в сложных случаях — полуавтоматически. При необходимости, можно [включить кворумную запись](#) данных.

Подробнее смотрите раздел [Репликация данных](#).

## Особенности ClickHouse, которые могут считаться недостатками

1. Отсутствие полноценных транзакций.
2. Возможность изменять или удалять ранее записанные данные с низкими задержками и высокой частотой запросов не предоставляется. Есть массовое удаление и изменение данных для очистки более не нужного или соответствия [GDPR](#).
3. Разреженный индекс делает ClickHouse плохо пригодным для точечных чтений одиночных строк по своим ключам.

## Производительность

По результатам внутреннего тестирования в Яндексе, ClickHouse обладает наиболее высокой производительностью (как наиболее высокой пропускной способностью на длинных запросах, так и наиболее

низкой задержкой на коротких запросах), при соответствующем сценарии работы, среди доступных для тестирования систем подобного класса. Результаты тестирования можно посмотреть на [отдельной странице](#).

Также это подтверждают многочисленные независимые бенчмарки. Их не сложно найти в Интернете самостоятельно, либо можно воспользоваться [небольшой коллекцией ссылок по теме](#).

## Пропускная способность при обработке одного большого запроса

Пропускную способность можно измерять в строчках в секунду и в мегабайтах в секунду. При условии, что данные помещаются в page cache, не слишком сложный запрос обрабатывается на современном железе со скоростью около 2-10 GB/sec. несжатых данных на одном сервере (в простейшем случае скорость может достигать 30 GB/sec). Если данные не помещаются в page cache, то скорость работы зависит от скорости дисковой подсистемы и коэффициента сжатия данных. Например, если дисковая подсистема позволяет читать данные со скоростью 400 MB/sec., а коэффициент сжатия данных составляет 3, то скорость будет около 1.2GB/sec. Для получения скорости в строчках в секунду, следует поделить скорость в байтах в секунду на суммарный размер используемых в запросе столбцов. Например, если вынимаются столбцы на 10 байт, то скорость будет в районе 100-200 млн. строк в секунду.

При распределённой обработке запроса, скорость обработки запроса растёт почти линейно, но только при условии, что в результате агрегации или при сортировке получается не слишком большое множество строчек.

## Задержки при обработке коротких запросов

Если запрос использует первичный ключ, и выбирает для обработки не слишком большое количество строчек (сотни тысяч), и использует не слишком большое количество столбцов, то вы можете рассчитывать на latency менее 50 миллисекунд (от единиц миллисекунд в лучшем случае), при условии, что данные помещаются в page cache. Иначе latency вычисляется из количества seek-ов. Если вы используйте врачающиеся диски, то на не слишком сильно нагруженной системе, latency вычисляется по формуле: seek time (10 мс.) \* количество столбцов в запросе \* количество кусков с данными.

## Пропускная способность при обработке многочисленных коротких запросов

При тех же условиях, ClickHouse может обработать несколько сотен (до нескольких тысяч в лучшем случае) запросов в секунду на одном сервере. Так как такой сценарий работы не является типичным для аналитических СУБД, рекомендуется рассчитывать не более чем на 100 запросов в секунду.

## Производительность при вставке данных

Данные рекомендуется вставлять пачками не менее 1000 строк или не более одного запроса в секунду. При вставке в таблицу типа MergeTree из tab-separated дампа, скорость вставки будет в районе 50-200 МБ/сек. Если вставляются строчки размером около 1 КБ, то скорость будет в районе 50 000 - 200 000 строчек в секунду. Если строчки маленькие - производительность в строчках в секунду будет выше (на данных БК - > 500 000 строк в секунду, на данных Graphite - > 1 000 000 строк в секунду). Для увеличения производительности, можно производить несколько запросов INSERT параллельно - при этом производительность растёт линейно.

## История ClickHouse

ClickHouse изначально разрабатывался для обеспечения работы Яндекс.Метрики, второй крупнейшей в мире платформы для веб аналитики, и продолжает быть её ключевым компонентом. При более 13 триллионах записей в базе данных и более 20 миллиардах событий в сутки, ClickHouse позволяет генерировать индивидуально настроенные отчёты на лету напрямую из неагрегированных данных. Данная статья вкратце демонстрирует какие цели исторически стояли перед ClickHouse на ранних этапах его развития.

Яндекс.Метрика на лету строит индивидуальные отчёты на основе хитов и визитов, с периодом и произвольными сегментами, задаваемыми конечным пользователем. Часто требуется построение сложных агрегаторов, например числа уникальных пользователей. Новые данные для построения отчета поступают в реальном времени.

На апрель 2014, в Яндекс.Метрику поступало около 12 миллиардов событий (показов страниц и кликов мыши) ежедневно. Все эти события должны быть сохранены для возможности строить произвольные отчёты. Один запрос может потребовать просканировать миллионы строк за время не более нескольких сотен миллисекунд, или сотни миллионов строк за время не более нескольких секунд.

## Использование в Яндекс.Метрике и других отделах Яндекса

В Яндекс.Метрике ClickHouse используется для нескольких задач. Основная задача - построение отчётов в режиме онлайн по неагрегированным данным. Для решения этой задачи используется кластер из 374 серверов, хранящий более 20,3 триллионов строк в базе данных. Объём сжатых данных, без учёта дублирования и репликации, составляет около 2 ПБ. Объём несжатых данных (в формате tsv) составил бы, приблизительно, 17 ПБ.

Также ClickHouse используется:

- для хранения данных Вебвизора;
- для обработки промежуточных данных;
- для построения глобальных отчётов Аналитиками;
- для выполнения запросов в целях отладки движка Метрики;
- для анализа логов работы API и пользовательского интерфейса.

ClickHouse имеет более десятка инсталляций в других отделах Яндекса: в Вертикальных сервисах, Маркете, Директе, БК, Бизнес аналитике, Мобильной разработке, AdFox, Персональных сервисах и т п.

## Агрегированные и неагрегированные данные

Существует мнение, что для того, чтобы эффективно считать статистику, данные нужно агрегировать, так как это позволяет уменьшить объём данных.

Но агрегированные данные являются очень ограниченным решением, по следующим причинам:

- вы должны заранее знать перечень отчётов, необходимых пользователю;
- то есть, пользователь не может построить произвольный отчёт;
- при агрегации по большому количеству ключей, объём данных не уменьшается и агрегация бесполезна;
- при большом количестве отчётов, получается слишком много вариантов агрегации (комбинаторный взрыв);
- при агрегации по ключам высокой кардинальности (например, URL) объём данных уменьшается не сильно (менее чем в 2 раза);
- из-за этого, объём данных при агрегации может не уменьшиться, а вырасти;
- пользователи будут смотреть не все отчёты, которые мы для них посчитаем - то есть, большая часть вычислений бесполезна;
- возможно нарушение логической целостности данных для разных агрегаций;

Как видно, если ничего не агрегировать, и работать с неагрегированными данными, то это даже может уменьшить объём вычислений.

Впрочем, при агрегации, существенная часть работы выносится в оффлайне, и её можно делать сравнительно спокойно. Для сравнения, при онлайн вычислениях, вычисления надо делать так быстро, как это возможно, так как именно в момент вычислений пользователь ждёт результата.

В Яндекс.Метрике есть специализированная система для агрегированных данных - Metrage, на основе которой работает большинство отчётов. Также в Яндекс.Метрике с 2009 года использовалась специализированная OLAP БД для неагрегированных данных - OLAPServer, на основе которой раньше работал конструктор отчётов. OLAPServer хорошо подходил для неагрегированных данных, но содержал много ограничений, не позволяющих использовать его для всех отчётов так, как хочется: отсутствие поддержки типов данных (только числа), невозможность инкрементального обновления данных в реальном времени (только перезаписью данных за сутки). OLAPServer не является СУБД, а является специализированной БД.

Чтобы снять ограничения OLAPServer-а и решить задачу работы с неагрегированными данными для всех отчётов, разработана СУБД ClickHouse.

## Начало работы

Если вы новичок в ClickHouse и хотите получить вживую оценить его производительность, прежде всего нужно пройти через [процесс установки](#).

После этого можно выбрать один из следующих вариантов:

- [Пройти подробное руководство для начинающих](#)
- [Поэкспериментировать с тестовыми наборами данных](#)

## Установка

### Системные требования

ClickHouse может работать на любой операционной системе Linux, FreeBSD или Mac OS X с архитектурой процессора x86\_64, AArch64 или PowerPC64LE.

Предварительно собранные пакеты компилируются для x86\_64 и используют набор инструкций SSE 4.2, поэтому, если не указано иное, его поддержка в используемом процессоре, становится дополнительным требованием к системе. Вот команда, чтобы проверить, поддерживает ли текущий процессор SSE 4.2:

```
$ grep -q sse4_2 /proc/cpuinfo && echo "SSE 4.2 supported" || echo "SSE 4.2 not supported"
```

Чтобы запустить ClickHouse на процессорах, которые не поддерживают SSE 4.2, либо имеют архитектуру AArch64 или PowerPC64LE, необходимо самостоятельно [собрать ClickHouse из исходного кода](#) с соответствующими настройками конфигурации.

### Доступные варианты установки

#### **Из DEB пакетов**

Яндекс рекомендует использовать официальные скомпилированные `deb` пакеты для Debian или Ubuntu.

Чтобы установить официальные пакеты, пропишите репозиторий Яндекса в `/etc/apt/sources.list` или в отдельный файл `/etc/apt/sources.list.d/clickhouse.list`:

```
deb http://repo.yandex.ru/clickhouse/deb/stable/ main/
```

Если вы хотите использовать наиболее свежую тестовую, замените `stable` на `testing` (не рекомендуется для production окружений).

Затем для самой установки пакетов выполните:

```
sudo apt-get install dirmngr # optional  
sudo apt-key adv --keyserver hkp://keyserver.ubuntu.com:80 --recv E0C56BD4 # optional  
sudo apt-get update  
sudo apt-get install clickhouse-client clickhouse-server
```

Также эти пакеты можно скачать и установить вручную отсюда:

<https://repo.yandex.ru/clickhouse/deb/stable/main/>.

## Из RPM пакетов

Команда ClickHouse в Яндексе рекомендует использовать официальные предкомпилированные rpm пакеты для CentOS, RedHad и всех остальных дистрибутивов Linux, основанных на rpm.

Сначала нужно подключить официальный репозиторий:

```
sudo yum install yum-utils  
sudo rpm --import https://repo.yandex.ru/clickhouse/CCLICKHOUSE-KEY.GPG  
sudo yum-config-manager --add-repo https://repo.yandex.ru/clickhouse/rpm/stable/x86_64
```

Для использования наиболее свежих версий нужно заменить stable на testing (рекомендуется для тестовых окружений).

Для, собственно, установки пакетов необходимо выполнить следующие команды:

```
sudo yum install clickhouse-server clickhouse-client
```

Также есть возможность установить пакеты вручную, скачав отсюда:

[https://repo.yandex.ru/clickhouse/rpm/stable/x86\\_64](https://repo.yandex.ru/clickhouse/rpm/stable/x86_64).

## Из tgz архивов

Команда ClickHouse в Яндексе рекомендует использовать предкомпилированные бинарники из tgz архивов для всех дистрибутивов, где невозможна установка deb и rpm пакетов.

Интересующую версию архивов можно скачать вручную с помощью curl или wget из репозитория <https://repo.yandex.ru/clickhouse/tgz/>. После этого архивы нужно распаковать и воспользоваться скриптами установки. Пример установки самой свежей версии:

```
export LATEST_VERSION=`curl https://api.github.com/repos/ClickHouse/ClickHouse/tags | grep -E '[0-9]+\.[0-9]+\.[0-9]+\.[0-9]+' | head -n 1`  
curl -O https://repo.yandex.ru/clickhouse/tgz/clickhouse-common-static-$LATEST_VERSION.tgz  
curl -O https://repo.yandex.ru/clickhouse/tgz/clickhouse-common-static-dbg-$LATEST_VERSION.tgz  
curl -O https://repo.yandex.ru/clickhouse/tgz/clickhouse-server-$LATEST_VERSION.tgz  
curl -O https://repo.yandex.ru/clickhouse/tgz/clickhouse-client-$LATEST_VERSION.tgz  
  
tar -xvf clickhouse-common-static-$LATEST_VERSION.tgz  
sudo clickhouse-common-static-$LATEST_VERSION/install/doinst.sh  
  
tar -xvf clickhouse-common-static-dbg-$LATEST_VERSION.tgz  
sudo clickhouse-common-static-dbg-$LATEST_VERSION/install/doinst.sh  
  
tar -xvf clickhouse-server-$LATEST_VERSION.tgz  
sudo clickhouse-server-$LATEST_VERSION/install/doinst.sh  
sudo /etc/init.d/clickhouse-server start  
  
tar -xvf clickhouse-client-$LATEST_VERSION.tgz  
sudo clickhouse-client-$LATEST_VERSION/install/doinst.sh
```

Для production окружений рекомендуется использовать последнюю stable -версию. Её номер также можно найти на github с на вкладке <https://github.com/ClickHouse/ClickHouse/tags> с постфиксом -stable .

## Из Docker образа

Для запуска ClickHouse в Docker нужно следовать инструкции на [Docker Hub](#). Внутри образов используются официальные `deb` пакеты.

## Из исходного кода

Для компиляции ClickHouse вручную, используйте инструкцию для [Linux](#) или [Mac OS X](#).

Можно скомпилировать пакеты и установить их, либо использовать программы без установки пакетов. Также при ручной сборке можно отключить необходимость поддержки набора инструкций SSE 4.2 или собрать под процессоры архитектуры AArch64.

```
Client: dbms/programs/clickhouse-client  
Server: dbms/programs/clickhouse-server
```

Для работы собранного вручную сервера необходимо создать директории для данных и метаданных, а также сделать их `chown` для желаемого пользователя. Пути к этим директориям могут быть изменены в конфигурационном файле сервера (`src/dbms/programs/server/config.xml`), по умолчанию используются следующие:

```
/opt/clickhouse/data/default/  
/opt/clickhouse/metadata/default/
```

На Gentoo для установки ClickHouse из исходного кода можно использовать просто `emerge clickhouse`.

## Запуск

Для запуска сервера в качестве демона, выполните:

```
$ sudo service clickhouse-server start
```

Смотрите логи в директории `/var/log/clickhouse-server/`.

Если сервер не стартует, проверьте корректность конфигурации в файле `/etc/clickhouse-server/config.xml`

Также можно запустить сервер вручную из консоли:

```
$ clickhouse-server --config-file=/etc/clickhouse-server/config.xml
```

При этом, лог будет выводиться в консоль, что удобно для разработки. Если конфигурационный файл лежит в текущей директории, то указывать параметр `--config-file` не требуется, по умолчанию будет использован файл `./config.xml`.

После запуска сервера, соединиться с ним можно с помощью клиента командной строки:

```
$ clickhouse-client
```

По умолчанию он соединяется с `localhost:9000`, от имени пользователя `default` без пароля. Также клиент может быть использован для соединения с удалённым сервером с помощью аргумента `--host`.

Терминал должен использовать кодировку UTF-8.

Более подробная информация о клиенте располагается в разделе «[Клиент командной строки](#)».

Пример проверки работоспособности системы:

```
$ ./clickhouse-client
ClickHouse client version 0.0.18749.
Connecting to localhost:9000.
Connected to ClickHouse server version 0.0.18749.
```

```
:) SELECT 1
```

```
SELECT 1
```

```
1  
1 |
```

```
1 rows in set. Elapsed: 0.003 sec.
```

```
:)
```

Поздравляем, система работает!

Для дальнейших экспериментов можно попробовать загрузить один из тестовых наборов данных или пройти [пошаговое руководство для начинающих](#).

## ClickHouse Tutorial

### What to Expect from This Tutorial?

By going through this tutorial you'll learn how to set up basic ClickHouse cluster, it'll be small, but fault tolerant and scalable. We will use one of example datasets to fill it with data and execute some demo queries.

### Single Node Setup

To postpone complexities of distributed environment, we'll start with deploying ClickHouse on a single server or virtual machine. ClickHouse is usually installed from [deb](#) or [rpm](#) packages, but there are [alternatives](#) for the operating systems that do no support them.

For example, you have chosen `deb` packages and executed:

```
sudo apt-get install dirmngr
sudo apt-key adv --keyserver hkp://keyserver.ubuntu.com:80 --recv E0C56BD4

echo "deb http://repo.yandex.ru/clickhouse/deb/stable/ main/" | sudo tee /etc/apt/sources.list.d/clickhouse.list
sudo apt-get update

sudo apt-get install -y clickhouse-server clickhouse-client
```

What do we have in the packages that got installed:

- `clickhouse-client` package contains [clickhouse-client](#) application, interactive ClickHouse console client.
- `clickhouse-common` package contains a ClickHouse executable file.
- `clickhouse-server` package contains configuration files to run ClickHouse as a server.

Server config files are located in `/etc/clickhouse-server/`. Before going further please notice the `<path>` element in `config.xml`. Path determines the location for data storage, so it should be located on volume with large disk capacity, the default value is `/var/lib/clickhouse/`. If you want to adjust the configuration it's not really handy to directly edit `config.xml` file, considering it might get rewritten on future package updates. Recommended way to override the config elements is to create [files in config.d directory](#) which serve as "patches" to `config.xml`.

As you might have noticed, `clickhouse-server` is not launched automatically after package installation. It won't be automatically restarted after updates either. The way you start the server depends on your init system, usually it's:

```
sudo service clickhouse-server start
```

or

```
sudo /etc/init.d/clickhouse-server start
```

The default location for server logs is `/var/log/clickhouse-server/`. Server will be ready to handle client connections once `Ready for connections` message was logged.

Once the `clickhouse-server` is up and running, we can use `clickhouse-client` to connect to the server and run some test queries like `SELECT "Hello, world!"`.

### Quick tips for clickhouse-client

Interactive mode:

```
clickhouse-client  
clickhouse-client --host=... --port=... --user=... --password=...
```

Enable multiline queries:

```
clickhouse-client -m  
clickhouse-client --multiline
```

Run queries in batch-mode:

```
clickhouse-client --query='SELECT 1'  
echo 'SELECT 1' | clickhouse-client  
clickhouse-client <<< 'SELECT 1'
```

Insert data from a file in specified format:

```
clickhouse-client --query='INSERT INTO table VALUES' < data.txt  
clickhouse-client --query='INSERT INTO table FORMAT TabSeparated' < data.tsv
```

## Import Sample Dataset

Now it's time to fill our ClickHouse server with some sample data. In this tutorial we'll use anonymized data of Yandex.Metrica, the first service that run ClickHouse in production way before it became open-source (more on that in [history section](#)). There are [multiple ways to import Yandex.Metrica dataset](#) and for the sake of the tutorial we'll go with the most realistic one.

### Download and Extract Table Data

```
curl https://clickhouse-datasets.s3.yandex.net/hits/tsv/hits_v1.tsv.xz | unxz --threads=`nproc` > hits_v1.tsv  
curl https://clickhouse-datasets.s3.yandex.net/visits/tsv/visits_v1.tsv.xz | unxz --threads=`nproc` > visits_v1.tsv
```

The extracted files are about 10GB in size.

### Create Tables

Tables are logically grouped into "databases". There's a `default` database, but we'll create a new one named `tutorial`:

```
clickhouse-client --query "CREATE DATABASE IF NOT EXISTS tutorial"
```

Syntax for creating tables is way more complicated compared to databases (see [reference](#)). In general `CREATE TABLE` statement has to specify three key things:

1. Name of table to create.
2. Table schema, i.e. list of columns and their [data types](#).
3. [Table engine](#) and it's settings, which determines all the details on how queries to this table will be physically executed.

Yandex.Metrica is a web analytics service and sample dataset doesn't cover it's full functionality, so there are only two tables to create:

- `hits` is a table with each action done by all users on all websites covered by the service.
- `visits` is a table that contains pre-built sessions instead of individual actions.

Let's see and execute the real create table queries for these tables:

```
CREATE TABLE tutorial.hits_v1
(
    `WatchID` UInt64,
    `JavaEnable` UInt8,
    `Title` String,
    `GoodEvent` Int16,
    `EventTime` DateTime,
    `EventDate` Date,
    `CounterID` UInt32,
    `ClientIP` UInt32,
    `ClientIP6` FixedString(16),
    `RegionID` UInt32,
    `UserID` UInt64,
    `CounterClass` Int8,
    `OS` UInt8,
    `UserAgent` UInt8,
    `URL` String,
    `Referer` String,
    `URLDomain` String,
    `RefererDomain` String,
    `Refresh` UInt8,
    `IsRobot` UInt8,
    `RefererCategories` Array(UInt16),
    `URLCategories` Array(UInt16),
    `URLRegions` Array(UInt32),
    `RefererRegions` Array(UInt32),
    `ResolutionWidth` UInt16,
    `ResolutionHeight` UInt16,
    `ResolutionDepth` UInt8,
    `FlashMajor` UInt8,
    `FlashMinor` UInt8,
    `FlashMinor2` String,
    `NetMajor` UInt8,
    `NetMinor` UInt8,
    `UserAgentMajor` UInt16,
    `UserAgentMinor` FixedString(2),
    `CookieEnable` UInt8,
    `JavascriptEnable` UInt8,
    `IsMobile` UInt8,
    `MobilePhone` UInt8,
    `MobilePhoneModel` String,
    `Params` String,
    `IPNetworkID` UInt32,
    `TraficSourceID` Int8,
    `SearchEngineID` UInt16,
    `SearchPhrase` String,
    `AdvEngineID` UInt8,
    `IsArtifical` UInt8,
    `WindowClientWidth` UInt16,
    `WindowClientHeight` UInt16,
    `ClientTimeZone` Int16,
    `ClientEventTime` DateTime,
    `SilverlightVersion1` UInt8,
    `SilverlightVersion2` UInt8,
    `SilverlightVersion3` UInt32,
```

```
`SilverlightVersion4` UInt16,
`PageCharset` String,
`CodeVersion` UInt32,
`IsLink` UInt8,
`IsDownload` UInt8,
` IsNotBounce` UInt8,
`FUniqID` UInt64,
`HID` UInt32,
`IsOldCounter` UInt8,
`IsEvent` UInt8,
`IsParameter` UInt8,
`DontCountHits` UInt8,
`WithHash` UInt8,
`HitColor` FixedString(1),
`UTCEventTime` DateTime,
`Age` UInt8,
`Sex` UInt8,
`Income` UInt8,
`Interests` UInt16,
`Robotness` UInt8,
`GeneralInterests` Array(UInt16),
`RemoteIP` UInt32,
`RemoteIP6` FixedString(16),
`WindowName` Int32,
`OpenerName` Int32,
`HistoryLength` Int16,
`BrowserLanguage` FixedString(2),
`BrowserCountry` FixedString(2),
`SocialNetwork` String,
`SocialAction` String,
`HTTPError` UInt16,
`SendTiming` Int32,
`DNSTiming` Int32,
`ConnectTiming` Int32,
`ResponseStartTiming` Int32,
`ResponseEndTiming` Int32,
`FetchTiming` Int32,
`RedirectTiming` Int32,
`DOMInteractiveTiming` Int32,
`DOMContentLoadedTiming` Int32,
`DOMCompleteTiming` Int32,
`LoadEventStartTiming` Int32,
`LoadEventEndTiming` Int32,
`NSToDOMContentLoadedTiming` Int32,
`FirstPaintTiming` Int32,
`RedirectCount` Int8,
`SocialSourceNetworkID` UInt8,
`SocialSourcePage` String,
`ParamPrice` Int64,
`ParamOrderID` String,
`ParamCurrency` FixedString(3),
`ParamCurrencyID` UInt16,
`GoalsReached` Array(UInt32),
`OpenstatServiceName` String,
`OpenstatCampaignID` String,
`OpenstatAdID` String,
`OpenstatSourceID` String,
`UTMSource` String,
`UTMMedium` String,
`UTMCampaign` String,
`UTMContent` String,
`UTMTerm` String,
`FromTag` String,
`HasGCLID` UInt8,
`RefererHash` UInt64,
`URLHash` UInt64,
`CLID` UInt32,
`YCLID` UInt64,
`ShareService` String,
`ShareURL` String,
`ShareTitle` String,
`ParsedParams` Nested(
```

```

    Key1 String,
    Key2 String,
    Key3 String,
    Key4 String,
    Key5 String,
    ValueDouble Float64),
`IslandID` FixedString(16),
`RequestNum` UInt32,
`RequestTry` UInt8
)
ENGINE = MergeTree()
PARTITION BY toYYYYMM(EventDate)
ORDER BY (CounterID, EventDate, intHash32(UserID))
SAMPLE BY intHash32(UserID)
SETTINGS index_granularity = 8192

```

[CREATE TABLE](#) tutorial.visits\_v1

```

(
    `CounterID` UInt32,
    `StartDate` Date,
    `Sign` Int8,
    `IsNew` UInt8,
    `VisitID` UInt64,
    `UserID` UInt64,
    `StartTime` DateTime,
    `Duration` UInt32,
    `UTCStartTime` DateTime,
    `PageViews` Int32,
    `Hits` Int32,
    `IsBounce` UInt8,
    `Referer` String,
    `StartURL` String,
    `RefererDomain` String,
    `StartURLDomain` String,
    `EndURL` String,
    `LinkURL` String,
    `IsDownload` UInt8,
    `TraficSourceID` Int8,
    `SearchEngineID` UInt16,
    `SearchPhrase` String,
    `AdvEngineID` UInt8,
    `PlaceID` Int32,
    `RefererCategories` Array(UInt16),
    `URLCategories` Array(UInt16),
    `URLRegions` Array(UInt32),
    `RefererRegions` Array(UInt32),
    `IsYandex` UInt8,
    `GoalReachesDepth` Int32,
    `GoalReachesURL` Int32,
    `GoalReachesAny` Int32,
    `SocialSourceNetworkID` UInt8,
    `SocialSourcePage` String,
    `MobilePhoneModel` String,
    `ClientEventTime` DateTime,
    `RegionID` UInt32,
    `ClientIP` UInt32,
    `ClientIP6` FixedString(16),
    `RemoteIP` UInt32,
    `RemoteIP6` FixedString(16),
    `IPNetworkID` UInt32,
    `SilverlightVersion3` UInt32,
    `CodeVersion` UInt32,
    `ResolutionWidth` UInt16,
    `ResolutionHeight` UInt16,
    `UserAgentMajor` UInt16,
    `UserAgentMinor` UInt16,
    `WindowClientWidth` UInt16,
    `WindowClientHeight` UInt16,
    `SilverlightVersion2` UInt8,
    `SilverlightVersion4` UInt16,
    `FlashVersion3` UInt16,
    `FlashVersion4` UInt16,

```

```
`ClientTimeZone` Int16,
`OS` UInt8,
`UserAgent` UInt8,
`ResolutionDepth` UInt8,
`FlashMajor` UInt8,
`FlashMinor` UInt8,
`NetMajor` UInt8,
`NetMinor` UInt8,
`MobilePhone` UInt8,
`SilverlightVersion1` UInt8,
`Age` UInt8,
`Sex` UInt8,
`Income` UInt8,
`JavaEnable` UInt8,
`CookieEnable` UInt8,
`JavascriptEnable` UInt8,
`IsMobile` UInt8,
`BrowserLanguage` UInt16,
`BrowserCountry` UInt16,
`Interests` UInt16,
`Robotness` UInt8,
`GeneralInterests` Array(UInt16),
`Params` Array(String),
`Goals` Nested(
    ID UInt32,
    Serial UInt32,
    EventTime DateTime,
    Price Int64,
    OrderID String,
    CurrencyID UInt32),
`WatchIDs` Array(UInt64),
`ParamSumPrice` Int64,
`ParamCurrency` FixedString(3),
`ParamCurrencyID` UInt16,
`ClickLogID` UInt64,
`ClickEventID` Int32,
`ClickGoodEvent` Int32,
`ClickEventTime` DateTime,
`ClickPriorityID` Int32,
`ClickPhraseID` Int32,
`ClickPageID` Int32,
`ClickPlaceID` Int32,
`ClickTypeID` Int32,
`ClickResourceID` Int32,
`ClickCost` UInt32,
`ClickClientIP` UInt32,
`ClickDomainID` UInt32,
`ClickURL` String,
`ClickAttempt` UInt8,
`ClickOrderID` UInt32,
`ClickBannerID` UInt32,
`ClickMarketCategoryID` UInt32,
`ClickMarketPP` UInt32,
`ClickMarketCategoryName` String,
`ClickMarketPPName` String,
`ClickAWAPSCampaignName` String,
`ClickPageName` String,
`ClickTargetType` UInt16,
`ClickTargetPhraseID` UInt64,
`ClickContextType` UInt8,
`ClickSelectType` Int8,
`ClickOptions` String,
`ClickGroupBannerID` Int32,
`OpenstatServiceName` String,
`OpenstatCampaignID` String,
`OpenstatAdID` String,
`OpenstatSourceID` String,
`UTMSource` String,
`UTMMedium` String,
`UTMCampaign` String,
`UTMContent` String,
`UTMTerm` String,
`FromTa` String.
```

```

`HasGCLID` UInt8,
`FirstVisit` DateTime,
`PredLastVisit` Date,
`LastVisit` Date,
`TotalVisits` UInt32,
`TraficSource` Nested(
    ID Int8,
    SearchEngineID UInt16,
    AdvEngineID UInt8,
    PlaceID UInt16,
    SocialSourceNetworkID UInt8,
    Domain String,
    SearchPhrase String,
    SocialSourcePage String),
`Attendance` FixedString(16),
`CLID` UInt32,
`YCLID` UInt64,
`NormalizedRefererHash` UInt64,
`SearchPhraseHash` UInt64,
`RefererDomainHash` UInt64,
`NormalizedStartURLHash` UInt64,
`StartURLDomainHash` UInt64,
`NormalizedEndURLHash` UInt64,
`TopLevelDomain` UInt64,
`URLScheme` UInt64,
`OpenstatServiceNameHash` UInt64,
`OpenstatCampaignIDHash` UInt64,
`OpenstatAdIDHash` UInt64,
`OpenstatSourceIDHash` UInt64,
`UTMSourceHash` UInt64,
`UTMMediumHash` UInt64,
`UTMCampaignHash` UInt64,
`UTMContentHash` UInt64,
`UTMTermHash` UInt64,
`FromHash` UInt64,
`WebVisorEnabled` UInt8,
`WebVisorActivity` UInt32,
`ParsedParams` Nested(
    Key1 String,
    Key2 String,
    Key3 String,
    Key4 String,
    Key5 String,
    ValueDouble Float64),
`Market` Nested(
    Type UInt8,
    GoalID UInt32,
    OrderID String,
    OrderPrice Int64,
    PP UInt32,
    DirectPlaceID UInt32,
    DirectOrderID UInt32,
    DirectBannerID UInt32,
    GoodID String,
    GoodName String,
    GoodQuantity Int32,
    GoodPrice Int64),
`IslandID` FixedString(16)
)
ENGINE = CollapsingMergeTree(Sign)
PARTITION BY toYYYYMM(StartDate)
ORDER BY (CounterID, StartDate, intHash32(UserID), VisitID)
SAMPLE BY intHash32(UserID)
SETTINGS index_granularity = 8192

```

You can execute those queries using interactive mode of `clickhouse-client` (just launch it in terminal without specifying a query in advance) or try some [alternative interface](#) if you want.

As we can see, `hits_v1` uses the [basic MergeTree engine](#), while the `visits_v1` uses the [Collapsing](#) variant.

## Import Data

Data import to ClickHouse is done via `INSERT INTO` query like in many other SQL databases. However data is usually provided in one of the [supported formats](#) instead of `VALUES` clause (which is also supported).

The files we downloaded earlier are in tab-separated format, so here's how to import them via console client:

```
clickhouse-client --query "INSERT INTO tutorial.hits_v1 FORMAT TSV" --max_insert_block_size=100000 < hits_v1.tsv
clickhouse-client --query "INSERT INTO tutorial.visits_v1 FORMAT TSV" --max_insert_block_size=100000 < visits_v1.tsv
```

ClickHouse has a lot of [settings to tune](#) and one way to specify them in console client is via arguments, as we can see with `--max_insert_block_size`. The easiest way to figure out what settings are available, what do they mean and what the defaults are is to query the `system.settings` table:

```
SELECT name, value, changed, description
FROM system.settings
WHERE name LIKE '%max_insert_b%'
FORMAT TSV

max_insert_block_size 1048576 0 "The maximum block size for insertion, if we control the creation of blocks for insertion."
```

Optionally you can [OPTIMIZE](#) the tables after import. Tables that are configured with MergeTree-family engine always do merges of data parts in background to optimize data storage (or at least check if it makes sense). These queries will just force table engine to do storage optimization right now instead of some time later:

```
clickhouse-client --query "OPTIMIZE TABLE tutorial.hits_v1 FINAL"
clickhouse-client --query "OPTIMIZE TABLE tutorial.visits_v1 FINAL"
```

This is I/O and CPU intensive operation so if the table constantly receives new data it's better to leave it alone and let merges run in background.

Now we can check that the tables are successfully imported:

```
clickhouse-client --query "SELECT COUNT(*) FROM tutorial.hits_v1"
clickhouse-client --query "SELECT COUNT(*) FROM tutorial.visits_v1"
```

## Example Queries

```
SELECT
    StartURL AS URL,
    AVG(Duration) AS AvgDuration
FROM tutorial.visits_v1
WHERE StartDate BETWEEN '2014-03-23' AND '2014-03-30'
GROUP BY URL
ORDER BY AvgDuration DESC
LIMIT 10
```

```
SELECT
    sum(Sign) AS visits,
    sumIf(Sign, has(Goals.ID, 1105530)) AS goal_visits,
    (100. * goal_visits) / visits AS goal_percent
FROM tutorial.visits_v1
WHERE (CounterID = 912887) AND (toYYYYMM(StartDate) = 201403) AND (domain(StartURL) = 'yandex.ru')
```

## Cluster Deployment

ClickHouse cluster is a homogenous cluster. Steps to set up:

1. Install ClickHouse server on all machines of the cluster

2. Set up cluster configs in configuration files

3. Create local tables on each instance

4. Create a [Distributed table](#)

[Distributed table](#) is actually a kind of "view" to local tables of ClickHouse cluster. SELECT query from a distributed table will be executed using resources of all cluster's shards. You may specify configs for multiple clusters and create multiple distributed tables providing views to different clusters.

Example config for cluster with three shards, one replica each:

```
<remote_servers>
  <perftest_3shards_1replicas>
    <shard>
      <replica>
        <host>example-perftest01j.yandex.ru</host>
        <port>9000</port>
      </replica>
    </shard>
    <shard>
      <replica>
        <host>example-perftest02j.yandex.ru</host>
        <port>9000</port>
      </replica>
    </shard>
    <shard>
      <replica>
        <host>example-perftest03j.yandex.ru</host>
        <port>9000</port>
      </replica>
    </shard>
  </perftest_3shards_1replicas>
</remote_servers>
```

For further demonstration let's create new local table with exactly the same `CREATE TABLE` query that we used for `hits_v1`, but different table name:

```
CREATE TABLE tutorial.hits_local (...) ENGINE = MergeTree() ...
```

Creating a distributed table providing a view into local tables of the cluster:

```
CREATE TABLE tutorial.hits_all AS tutorial.hits_local
ENGINE = Distributed(perftest_3shards_1replicas, tutorial, hits_local, rand());
```

Common practice is to create similar Distributed tables on all machines of the cluster. This would allow to run distributed queries on any machine of the cluster. Also there's an alternative option to create temporary distributed table for a given SELECT query using `remote` table function.

Let's run `INSERT SELECT` into Distributed table to spread the table to multiple servers.

```
INSERT INTO tutorial.hits_all SELECT * FROM tutorial.hits_v1;
```

#### **Notice**

This approach is not suitable for sharding of large tables. There's a separate tool [clickhouse-copier](#) that can re-shard arbitrary large tables.

As you could expect computationally heavy queries are executed N times faster being launched on 3 servers instead of one.

In this case we have used a cluster with 3 shards each contains a single replica.

To provide resilience in production environment we recommend that each shard should contain 2-3 replicas distributed between multiple data-centers. Note that ClickHouse supports unlimited number of replicas.

Example config for cluster of one shard containing three replicas:

```
<remote_servers>
...
<perftest_1shards_3replicas>
  <shard>
    <replica>
      <host>example-perftest01j.yandex.ru</host>
      <port>9000</port>
    </replica>
    <replica>
      <host>example-perftest02j.yandex.ru</host>
      <port>9000</port>
    </replica>
    <replica>
      <host>example-perftest03j.yandex.ru</host>
      <port>9000</port>
    </replica>
  </shard>
</perftest_1shards_3replicas>
</remote_servers>
```

To enable native replication [ZooKeeper](#) is required. ClickHouse will take care of data consistency on all replicas and run restore procedure after failure automatically. It's recommended to deploy ZooKeeper cluster to separate servers.

ZooKeeper is not a strict requirement: in some simple cases you can duplicate the data by writing it into all the replicas from your application code. This approach is not recommended, in this case ClickHouse won't be able to guarantee data consistency on all replicas. This remains the responsibility of your application.

ZooKeeper locations need to be specified in configuration file:

```
<zookeeper-servers>
  <node>
    <host>zoo01.yandex.ru</host>
    <port>2181</port>
  </node>
  <node>
    <host>zoo02.yandex.ru</host>
    <port>2181</port>
  </node>
  <node>
    <host>zoo03.yandex.ru</host>
    <port>2181</port>
  </node>
</zookeeper-servers>
```

Also we need to set macros for identifying each shard and replica, it will be used on table creation:

```
<macros>
  <shard>01</shard>
  <replica>01</replica>
</macros>
```

If there are no replicas at the moment on replicated table creation, a new first replica will be instantiated. If there are already live replicas, new replica will clone the data from existing ones. You have an option to create all replicated tables first and then insert data to it. Another option is to create some replicas and add the others after or during data insertion.

```
CREATE TABLE tutorial.hits_replica (...)  
ENGINE = ReplicatedMergeTree(  
    '/clickhouse_perftest/tables/{shard}/hits',  
    '{replica}'  
)  
...
```

Here we use **ReplicatedMergeTree** table engine. In parameters we specify ZooKeeper path containing shard and replica identifiers.

```
INSERT INTO tutorial.hits_replica SELECT * FROM tutorial.hits_local;
```

Replication operates in multi-master mode. Data can be loaded into any replica and it will be synced with other instances automatically. Replication is asynchronous so at a given moment of time not all replicas may contain recently inserted data. To allow data insertion at least one replica should be up. Others will sync up data and repair consistency once they will become active again. Please notice that such approach allows for the low possibility of loss of just appended data.

## OnTime

Этот датасет может быть получен двумя способами:

- импорт из сырых данных;
- скачивание готовых партиций.

### Импорт из сырых данных

Скачивание данных:

```
for s in `seq 1987 2018`  
do  
for m in `seq 1 12`  
do  
wget https://transtats.bts.gov/PREZIP/On_Time_Reporting_Carrier_On_Time_Performance_1987_present_${s}_${m}.zip  
done  
done
```

(из <https://github.com/Percona-Lab/ontime-airline-performance/blob/master/download.sh> )

Создание таблицы:

```
CREATE TABLE `ontime` (  
`Year` UInt16,  
`Quarter` UInt8,  
`Month` UInt8,  
`DayofMonth` UInt8,  
`DayOfWeek` UInt8,  
`FlightDate` Date,  
`UniqueCarrier` FixedString(7),  
`AirlineID` Int32,  
`Carrier` FixedString(2),  
`TailNum` String,  
`FlightNum` String,  
`OriginAirportID` Int32,  
`OriginAirportSeqID` Int32,  
`OriginCityMarketID` Int32,  
`Origin` FixedString(5),  
`OriginCityName` String,  
`OriginState` FixedString(2),  
`OriginStateFips` String,  
`OriginStateName` String,  
`OriginWac` Int32,
```

```
'DestAirportID` Int32,
'DestAirportSeqID` Int32,
'DestCityMarketID` Int32,
'Dest` FixedString(5),
'DestCityName` String,
'DestState` FixedString(2),
'DestStateFips` String,
'DestStateName` String,
'DestWac` Int32,
'CRSDepTime` Int32,
'DepTime` Int32,
'DepDelay` Int32,
'DepDelayMinutes` Int32,
'DepDel15` Int32,
'DepartureDelayGroups` String,
'DepTimeBlk` String,
'TaxiOut` Int32,
'WheelsOff` Int32,
'WheelsOn` Int32,
'TaxiIn` Int32,
'CRSArrTime` Int32,
'ArrTime` Int32,
'ArrDelay` Int32,
'ArrDelayMinutes` Int32,
'ArrDel15` Int32,
'ArrivalDelayGroups` Int32,
'ArrTimeBlk` String,
'Cancelled` UInt8,
'CancellationCode` FixedString(1),
'Diverted` UInt8,
'CRSElapsedTime` Int32,
'ActualElapsedTime` Int32,
'AirTime` Int32,
'Flights` Int32,
'Distance` Int32,
'DistanceGroup` UInt8,
'CarrierDelay` Int32,
'WeatherDelay` Int32,
'NASDelay` Int32,
'SecurityDelay` Int32,
'LateAircraftDelay` Int32,
'FirstDepTime` String,
'TotalAddGTime` String,
'LongestAddGTime` String,
'DivAirportLandings` String,
'DivReachedDest` String,
'DivActualElapsedTime` String,
'DivArrDelay` String,
'DivDistance` String,
'Div1Airport` String,
'Div1AirportID` Int32,
'Div1AirportSeqID` Int32,
'Div1WheelsOn` String,
'Div1TotalGTime` String,
'Div1LongestGTime` String,
'Div1WheelsOff` String,
'Div1TailNum` String,
'Div2Airport` String,
'Div2AirportID` Int32,
'Div2AirportSeqID` Int32,
'Div2WheelsOn` String,
'Div2TotalGTime` String,
'Div2LongestGTime` String,
'Div2WheelsOff` String,
'Div2TailNum` String,
'Div3Airport` String,
'Div3AirportID` Int32,
'Div3AirportSeqID` Int32,
'Div3WheelsOn` String,
'Div3TotalGTime` String,
'Div3LongestGTime` String,
'Div3WheelsOff` String,
'Div3TailNum` String,
```

```
`Div4Airport` String,  
`Div4AirportID` Int32,  
`Div4AirportSeqID` Int32,  
`Div4WheelsOn` String,  
`Div4TotalGTime` String,  
`Div4LongestGTime` String,  
`Div4WheelsOff` String,  
`Div4TailNum` String,  
`Div5Airport` String,  
`Div5AirportID` Int32,  
`Div5AirportSeqID` Int32,  
`Div5WheelsOn` String,  
`Div5TotalGTime` String,  
`Div5LongestGTime` String,  
`Div5WheelsOff` String,  
`Div5TailNum` String  
) ENGINE = MergeTree(FlightDate, (Year, FlightDate), 8192)
```

Загрузка данных:

```
$ for i in *.zip; do echo $i; unzip -cq $i '*.csv' | sed 's/\.\.00//g' | clickhouse-client --host=example-perftest01j --query="INSERT INTO ontime  
FORMAT CSVWithNames"; done
```

## Скачивание готовых партиций

```
$ curl -O https://clickhouse-datasets.s3.yandex.net/ontime/partitions/ontime.tar  
$ tar xvf ontime.tar -C /var/lib/clickhouse # путь к папке с данными ClickHouse  
$ # убедитесь, что установлены корректные права доступа на файлы  
$ sudo service clickhouse-server restart  
$ clickhouse-client --query "SELECT COUNT(*) FROM datasets.ontime"
```



Info

Если вы собираетесь выполнять запросы, приведенные ниже, то к имени таблицы нужно добавить имя базы, datasets.ontime .

Запросы:

Q0.

```
SELECT avg(c1)  
FROM  
(  
    SELECT Year, Month, count(*) AS c1  
    FROM ontime  
    GROUP BY Year, Month  
)
```

Q1. Количество полетов в день с 2000 по 2008 года

```
SELECT DayOfWeek, count(*) AS c  
FROM ontime  
WHERE Year>=2000 AND Year<=2008  
GROUP BY DayOfWeek  
ORDER BY c DESC;
```

Q2. Количество полетов, задержанных более чем на 10 минут, с группировкой по дням неделе, за 2000-2008 года

```
SELECT DayOfWeek, count(*) AS c
FROM ontime
WHERE DepDelay>10 AND Year>=2000 AND Year<=2008
GROUP BY DayOfWeek
ORDER BY c DESC;
```

Q3. Количество задержек по аэропортам за 2000-2008

```
SELECT Origin, count(*) AS c
FROM ontime
WHERE DepDelay>10 AND Year>=2000 AND Year<=2008
GROUP BY Origin
ORDER BY c DESC
LIMIT 10;
```

Q4. Количество задержек по перевозчикам за 2007 год

```
SELECT Carrier, count(*)
FROM ontime
WHERE DepDelay>10 AND Year=2007
GROUP BY Carrier
ORDER BY count(*) DESC;
```

Q5. Процент задержек по перевозчикам за 2007 год

```
SELECT Carrier, c, c2, c*100/c2 as c3
FROM
(
  SELECT
    Carrier,
    count(*) AS c
  FROM ontime
  WHERE DepDelay>10
    AND Year=2007
  GROUP BY Carrier
)
ANY INNER JOIN
(
  SELECT
    Carrier,
    count(*) AS c2
  FROM ontime
  WHERE Year=2007
  GROUP BY Carrier
) USING Carrier
ORDER BY c3 DESC;
```

Более оптимальная версия того же запроса:

```
SELECT Carrier, avg(DepDelay>10)*100 AS c3
FROM ontime
WHERE Year=2007
GROUP BY Carrier
ORDER BY Carrier
```

Q6. Предыдущий запрос за более широкий диапазон лет, 2000-2008

```

SELECT Carrier, c, c2, c*100/c2 AS c3
FROM
(
    SELECT
        Carrier,
        count(*) AS c
    FROM ontime
    WHERE DepDelay>10
        AND Year>=2000 AND Year<=2008
    GROUP BY Carrier
)
ANY INNER JOIN
(
    SELECT
        Carrier,
        count(*) AS c2
    FROM ontime
    WHERE Year>=2000 AND Year<=2008
    GROUP BY Carrier
) USING Carrier
ORDER BY c3 DESC;

```

Более оптимальная версия того же запроса:

```

SELECT Carrier, avg(DepDelay>10)*100 AS c3
FROM ontime
WHERE Year>=2000 AND Year<=2008
GROUP BY Carrier
ORDER BY Carrier;

```

Q7. Процент полетов, задержанных на более 10 минут, в разбивке по годам

```

SELECT Year, c1/c2
FROM
(
    select
        Year,
        count(*)*100 AS c1
    from ontime
    WHERE DepDelay>10
    GROUP BY Year
)
ANY INNER JOIN
(
    select
        Year,
        count(*) AS c2
    from ontime
    GROUP BY Year
) USING (Year)
ORDER BY Year;

```

Более оптимальная версия того же запроса:

```

SELECT Year, avg(DepDelay>10)
FROM ontime
GROUP BY Year
ORDER BY Year;

```

Q8. Самые популярные направления по количеству напрямую соединенных городов для различных диапазонов лет

```
SELECT DestCityName, uniqExact(OriginCityName) AS u F
ROM ontime
WHERE Year>=2000 and Year<=2010
GROUP BY DestCityName
ORDER BY u DESC
LIMIT 10;
```

Q9.

```
SELECT Year, count(*) AS c1
FROM ontime
GROUP BY Year;
```

Q10.

```
SELECT
    min(Year), max(Year), Carrier, count(*) AS cnt,
    sum(ArrDelayMinutes>30) AS flights_delayed,
    round(sum(ArrDelayMinutes>30)/count(*),2) AS rate
FROM ontime
WHERE
    DayOfWeek NOT IN (6,7) AND OriginState NOT IN ('AK', 'HI', 'PR', 'VI')
    AND DestState NOT IN ('AK', 'HI', 'PR', 'VI')
    AND FlightDate < '2010-01-01'
GROUP by Carrier
HAVING cnt>100000 and max(Year)>1990
ORDER by rate DESC
LIMIT 1000;
```

Бонус:

```
SELECT avg(cnt)
FROM
(
    SELECT Year,Month,count(*) AS cnt
    FROM ontime
    WHERE DepDel15=1
    GROUP BY Year,Month
);

SELECT avg(c1) FROM
(
    SELECT Year,Month,count(*) AS c1
    FROM ontime
    GROUP BY Year,Month
);

SELECT DestCityName, uniqExact(OriginCityName) AS u
FROM ontime
GROUP BY DestCityName
ORDER BY u DESC
LIMIT 10;

SELECT OriginCityName, DestCityName, count() AS c
FROM ontime
GROUP BY OriginCityName, DestCityName
ORDER BY c DESC
LIMIT 10;

SELECT OriginCityName, count() AS c
FROM ontime
GROUP BY OriginCityName
ORDER BY c DESC
LIMIT 10;
```

Данный тест производительности был создан Вадимом Ткаченко, статьи по теме:

- <https://www.percona.com/blog/2009/10/02/analyzing-air-traffic-performance-with-infobright-and-monetdb/>
- <https://www.percona.com/blog/2009/10/26/air-traffic-queries-in-luciddb/>
- <https://www.percona.com/blog/2009/11/02/air-traffic-queries-in-infinidb-early-alpha/>
- <https://www.percona.com/blog/2014/04/21/using-apache-hadoop-and-impala-together-with-mysql-for-data-analysis/>
- <https://www.percona.com/blog/2016/01/07/apache-spark-with-air-ontime-performance-data/>
- <http://nickmakos.blogspot.ru/2012/08/analyzing-air-traffic-performance-with.html>

## Данные о такси в Нью-Йорке

Этот датасет может быть получен двумя способами:

- импорт из сырых данных;
- скачивание готовых партиций.

### Как импортировать сырье данные

См. <https://github.com/toddwschneider/nyc-taxi-data> и <http://tech.marksblogg.com/billion-nyc-taxi-rides-redshift.html> для описания набора данных и инструкций по загрузке.

После скачивания получится порядка 227 Гб несжатых данных в CSV файлах. Скачивание занимает порядка часа на 1 Гбит соединении (параллельное скачивание с s3.amazonaws.com утилизирует как минимум половину гигабитного канала). Некоторые файлы могут скачаться не полностью. Проверьте размеры файлов и скачайте повторно подозрительные.

Некоторые файлы могут содержать некорректные строки. Их можно скорректировать следующим образом:

```
sed -E '/(.*){18,}/d' data/yellow_tripdata_2010-02.csv > data/yellow_tripdata_2010-02.csv_
sed -E '/(.*){18,}/d' data/yellow_tripdata_2010-03.csv > data/yellow_tripdata_2010-03.csv_
mv data/yellow_tripdata_2010-02.csv data/yellow_tripdata_2010-02.csv
mv data/yellow_tripdata_2010-03.csv data/yellow_tripdata_2010-03.csv
```

Далее данные должны быть предобработаны в PostgreSQL. Будут сделаны выборки точек в полигонах (для установки соответствия точек на карте с районами Нью-Йорка) и объединение всех данных в одну денормализованную плоскую таблицу с помощью JOIN. Для этого потребуется установить PostgreSQL с поддержкой PostGIS.

При запуске `initialize_database.sh`, будьте осторожны и вручную перепроверьте, что все таблицы корректно создались.

Обработка каждого месяца данных в PostgreSQL занимает около 20-30 минут, в сумме порядка 48 часов.

Проверить количество загруженных строк можно следующим образом:

```
$ time psql nyc-taxi-data -c "SELECT count(*) FROM trips;"_
## Count
1298979494
(1 row)

real    7m9.164s
```

(this is slightly more than 1.1 billion rows reported by Mark Litwintschik in a series of blog posts)

Данные в PostgreSQL занимают 370 Гб.

## Экспорт данных из PostgreSQL:

```
COPY
(
    SELECT trips.id,
        trips.vendor_id,
        trips.pickup_datetime,
        trips.dropoff_datetime,
        trips.store_and_fwd_flag,
        trips.rate_code_id,
        trips.pickup_longitude,
        trips.pickup_latitude,
        trips.dropoff_longitude,
        trips.dropoff_latitude,
        trips.passenger_count,
        trips.trip_distance,
        trips.fare_amount,
        trips.extra,
        trips.mta_tax,
        trips.tip_amount,
        trips.tolls_amount,
        trips.ehail_fee,
        trips.improvement_surcharge,
        trips.total_amount,
        trips.payment_type,
        trips.trip_type,
        trips.pickup,
        trips.dropoff,
        cab_types.type cab_type,
        weather.precipitation_tenths_of_mm rain,
        weather.snow_depth_mm,
        weather.snowfall_mm,
        weather.max_temperature_tenths_degrees_celsius max_temp,
        weather.min_temperature_tenths_degrees_celsius min_temp,
        weather.average_wind_speed_tenths_of_meters_per_second wind,
        pick_up.gid pickup_nyct2010_gid,
        pick_up.ctlabel pickup_ctlabel,
        pick_up.borocode pickup_borocode,
        pick_up.boroname pickup_boroname,
        pick_up.ct2010 pickup_ct2010,
        pick_up.boroc2010 pickup_boroc2010,
        pick_up.cdeligibil pickup_cdeligibil,
        pick_up.ntacode pickup_ntacode,
        pick_up.ntaname pickup_ntaname,
        pick_up.puma pickup_puma,
        drop_off.gid dropoff_nyct2010_gid,
        drop_off.ctlabel dropoff_ctlabel,
        drop_off.borocode dropoff_borocode,
        drop_off.boroname dropoff_boroname,
        drop_off.ct2010 dropoff_ct2010,
        drop_off.boroc2010 dropoff_boroc2010,
        drop_off.cdeligibil dropoff_cdeligibil,
        drop_off.ntacode dropoff_ntacode,
        drop_off.ntaname dropoff_ntaname,
        drop_off.puma dropoff_puma
)
FROM trips
LEFT JOIN cab_types
    ON trips.cab_type_id = cab_types.id
LEFT JOIN central_park_weather_observations_raw weather
    ON weather.date = trips.pickup_datetime::date
LEFT JOIN nyct2010 pick_up
    ON pick_up.gid = trips.pickup_nyct2010_gid
LEFT JOIN nyct2010 drop_off
    ON drop_off.gid = trips.dropoff_nyct2010_gid
) TO '/opt/milovidov/nyc-taxi-data/trips.tsv';
```

Слепок данных создается со скоростью около 50 Мб в секунду. Во время создания слепка, PostgreSQL читает с

диска со скоростью около 28 Мб в секунду. Это занимает около 5 часов. Результирующий tsv файл имеет размер в 590612904969 байт.

Создание временной таблицы в ClickHouse:

```
CREATE TABLE trips
(
    trip_id          UInt32,
    vendor_id        String,
    pickup_datetime  DateTime,
    dropoff_datetime Nullable(DateTime),
    store_and_fwd_flag Nullable(FixedString(1)),
    rate_code_id     Nullable(UInt8),
    pickup_longitude Nullable(Float64),
    pickup_latitude  Nullable(Float64),
    dropoff_longitude Nullable(Float64),
    dropoff_latitude Nullable(Float64),
    passenger_count Nullable(UInt8),
    trip_distance    Nullable(Float64),
    fare_amount      Nullable(Float32),
    extra            Nullable(Float32),
    mta_tax          Nullable(Float32),
    tip_amount       Nullable(Float32),
    tolls_amount     Nullable(Float32),
    ehail_fee        Nullable(Float32),
    improvement_surcharge Nullable(Float32),
    total_amount     Nullable(Float32),
    payment_type     Nullable(String),
    trip_type        Nullable(UInt8),
    pickup           Nullable(String),
    dropoff          Nullable(String),
    cab_type         Nullable(String),
    precipitation    Nullable(UInt8),
    snow_depth       Nullable(UInt8),
    snowfall         Nullable(UInt8),
    max_temperature  Nullable(UInt8),
    min_temperature  Nullable(UInt8),
    average_wind_speed Nullable(UInt8),
    pickup_nyct2010_gid Nullable(UInt8),
    pickup_ctlabel   Nullable(String),
    pickup_borocode  Nullable(UInt8),
    pickup_boroname  Nullable(String),
    pickup_ct2010    Nullable(String),
    pickup_boroc2010 Nullable(String),
    pickup_cdeligibil Nullable(FixedString(1)),
    pickup_ntacode   Nullable(String),
    pickup_ntaname   Nullable(String),
    pickup_puma      Nullable(String),
    dropoff_nyct2010_gid Nullable(UInt8),
    dropoff_ctlabel  Nullable(String),
    dropoff_borocode Nullable(UInt8),
    dropoff_boroname Nullable(String),
    dropoff_ct2010   Nullable(String),
    dropoff_boroc2010 Nullable(String),
    dropoff_cdeligibil Nullable(String),
    dropoff_ntacode  Nullable(String),
    dropoff_ntaname  Nullable(String),
    dropoff_puma     Nullable(String)
) ENGINE = Log;
```

Она нужна для преобразование полей к более правильным типам данных и, если возможно, чтобы избавиться от NULL'ов.

```
$ time clickhouse-client --query="INSERT INTO trips FORMAT TabSeparated" < trips.tsv
real 75m56.214s
```

Данные читаются со скоростью 112-140 Мб в секунду. Загрузка данных в таблицу типа Log в один поток заняла 76

минут. Данные в этой таблице занимают 142 Гб.

(Импорт данных напрямую из Postgres также возможен с использованием COPY ... TO PROGRAM .)

К сожалению, все поля, связанные с погодой (precipitation...average\_wind\_speed) заполнены NULL. Из-за этого мы исключим их из финального набора данных.

Для начала мы создадим таблицу на одном сервере. Позже мы сделаем таблицу распределенной.

Создадим и заполним итоговую таблицу:

```
CREATE TABLE trips_mergetree
ENGINE = MergeTree(pickup_date, pickup_datetime, 8192)
AS SELECT

trip_id,
CAST(vendor_id AS Enum8('1' = 1, '2' = 2, 'CMT' = 3, 'VTS' = 4, 'DDS' = 5, 'B02512' = 10, 'B02598' = 11, 'B02617' = 12, 'B02682' = 13,
'B02764' = 14)) AS vendor_id,
toDate(pickup_datetime) AS pickup_date,
ifNull(pickup_datetime, toDate(0)) AS pickup_datetime,
toDate(dropoff_datetime) AS dropoff_date,
ifNull(dropoff_datetime, toDate(0)) AS dropoff_datetime,
assumeNotNull(store_and_fwd_flag) IN ('Y', '1', '2') AS store_and_fwd_flag,
assumeNotNull(rate_code_id) AS rate_code_id,
assumeNotNull(pickup_longitude) AS pickup_longitude,
assumeNotNull(pickup_latitude) AS pickup_latitude,
assumeNotNull(dropoff_longitude) AS dropoff_longitude,
assumeNotNull(dropoff_latitude) AS dropoff_latitude,
assumeNotNull(passenger_count) AS passenger_count,
assumeNotNull(trip_distance) AS trip_distance,
assumeNotNull(fare_amount) AS fare_amount,
assumeNotNull(extra) AS extra,
assumeNotNull(mta_tax) AS mta_tax,
assumeNotNull(tip_amount) AS tip_amount,
assumeNotNull(tolls_amount) AS tolls_amount,
assumeNotNull(ehail_fee) AS ehail_fee,
assumeNotNull(improvement_surcharge) AS improvement_surcharge,
assumeNotNull(total_amount) AS total_amount,
CAST((assumeNotNull(payment_type) AS pt) IN ('CSH', 'CASH', 'Cash', 'CAS', 'Cas', '1') ? 'CSH' : (pt IN ('CRD', 'Credit', 'Cre', 'CRE', 'CREDIT',
'2') ? 'CRE' : (pt IN ('NOC', 'No Charge', 'No', '3') ? 'NOC' : (pt IN ('DIS', 'Dispute', 'Dis', '4') ? 'DIS' : 'UNK'))) AS Enum8('CSH' = 1, 'CRE' = 2,
'UNK' = 0, 'NOC' = 3, 'DIS' = 4)) AS payment_type_,
assumeNotNull(trip_type) AS trip_type,
ifNull(toFixedString(unhex(pickup), 25), toFixedString("", 25)) AS pickup,
ifNull(toFixedString(unhex(dropoff), 25), toFixedString("", 25)) AS dropoff,
CAST(assumeNotNull(cab_type) AS Enum8('yellow' = 1, 'green' = 2, 'uber' = 3)) AS cab_type,

assumeNotNull(pickup_nyct2010_gid) AS pickup_nyct2010_gid,
toFloat32(ifNull(pickup_ctlabel, '0')) AS pickup_ctlabel,
assumeNotNull(pickup_borocode) AS pickup_borocode,
CAST(assumeNotNull(pickup_boroname) AS Enum8('Manhattan' = 1, 'Queens' = 4, 'Brooklyn' = 3, '' = 0, 'Bronx' = 2, 'Staten Island' = 5)) AS
pickup_boroname,
toFixedString(ifNull(pickup_ct2010, '000000'), 6) AS pickup_ct2010,
toFixedString(ifNull(pickup_boroct2010, '0000000'), 7) AS pickup_boroct2010,
CAST(assumeNotNull(ifNull(pickup_cdeligibil, '')) AS Enum8('' = 0, 'E' = 1, 'I' = 2)) AS pickup_cdeligibil,
toFixedString(ifNull(pickup_ntacode, '0000'), 4) AS pickup_ntacode,

CAST(assumeNotNull(pickup_ntaname) AS Enum16('' = 0, 'Airport' = 1, 'Allerton-Pelham Gardens' = 2, 'Annadale-Huguenot-Prince's
Bay-Eltingville' = 3, 'Arden Heights' = 4, 'Astoria' = 5, 'Auburndale' = 6, 'Baisley Park' = 7, 'Bath Beach' = 8, 'Battery Park City-Lower Manhattan' = 9,
'Bay Ridge' = 10, 'Bayside-Bayside Hills' = 11, 'Bedford' = 12, 'Bedford Park-Fordham North' = 13, 'Bellerose' = 14, 'Belmont' = 15, 'Bensonhurst
East' = 16, 'Bensonhurst West' = 17, 'Borough Park' = 18, 'Breezy Point-Belle Harbor-Rockaway Park-Broad Channel' = 19, 'Briarwood-Jamaica
Hills' = 20, 'Brighton Beach' = 21, 'Bronxdale' = 22, 'Brooklyn Heights-Cobble Hill' = 23, 'Brownsville' = 24, 'Bushwick North' = 25, 'Bushwick South'
= 26, 'Cambria Heights' = 27, 'Canarsie' = 28, 'Carroll Gardens-Columbia Street-Red Hook' = 29, 'Central Harlem North-Polo Grounds' = 30,
'Central Harlem South' = 31, 'Charleston-Richmond Valley-Tottenville' = 32, 'Chinatown' = 33, 'Clarendon-Bathgate' = 34, 'Clinton' = 35, 'Clinton
Hill' = 36, 'Co-op City' = 37, 'College Point' = 38, 'Corona' = 39, 'Crotona Park East' = 40, 'Crown Heights North' = 41, 'Crown Heights South' = 42,
'Cypress Hills-City Line' = 43, 'DUMBO-Vinegar Hill-Downtown Brooklyn-Boerum Hill' = 44, 'Douglas Manor-Douglaslaston-Little Neck' = 45, 'Dyker
Heights' = 46, 'East Concourse-Concourse Village' = 47, 'East Elmhurst' = 48, 'East Flatbush-Farragut' = 49, 'East Flushing' = 50, 'East Harlem
North' = 51, 'East Harlem South' = 52, 'East New York' = 53, 'East New York (Pennsylvania Ave)' = 54, 'East Tremont' = 55, 'East Village' = 56,
'East Williamsburg' = 57, 'Eastchester-Edenwald-Baychester' = 58, 'Elmhurst' = 59, 'Elmhurst-Maspeth' = 60, 'Erasmus' = 61, 'Far
Rockaway-Bayswater' = 62, 'Flatbush' = 63, 'Flatlands' = 64, 'Flushing' = 65, 'Fordham South' = 66, 'Forest Hills' = 67, 'Fort Greene' = 68, 'Fresh
Meadows-Utopia' = 69, 'Ft. Totten-Bay Terrace-Clearview' = 70, 'Georgetown-Marine Park-Bergen Beach-Mill Basin' = 71, 'Glen Oaks-Floral
Park-New Hyde Park' = 72, 'Glendale' = 73, 'Gramercy' = 74, 'Grasmere-Arrochar-Ft. Wadsworth' = 75, 'Gravesend' = 76, 'Great Kills' = 77
```

'Park Row-Hyde Park' = 72, 'Grandis' = 73, 'Chambers' = 74, 'Graham's-Arverne-Ft. Wadsworth' = 75, 'Gravesend' = 76, 'Great Kills' = 77, 'Greenpoint' = 78, 'Grymes Hill-Clifton-Fox Hills' = 79, 'Hamilton Heights' = 80, 'Hammels-Arverne-Edgemere' = 81, 'Highbridge' = 82, 'Hollis' = 83, 'Homecrest' = 84, 'Hudson Yards-Chelsea-Flatiron-Union Square' = 85, 'Hunters Point-Sunnyside-West Maspeth' = 86, 'Hunts Point' = 87, 'Jackson Heights' = 88, 'Jamaica' = 89, 'Jamaica Estates-Holliswood' = 90, 'Kensington-Ocean Parkway' = 91, 'Kew Gardens' = 92, 'Kew Gardens Hills' = 93, 'Kingsbridge Heights' = 94, 'Laurelton' = 95, 'Lenox Hill-Roosevelt Island' = 96, 'Lincoln Square' = 97, 'Lindenwood-Howard Beach' = 98, 'Longwood' = 99, 'Lower East Side' = 100, 'Madison' = 101, 'Manhattanville' = 102, 'Marble Hill-Inwood' = 103, 'Mariner's Harbor-Arlington-Port Ivory-Graniteville' = 104, 'Maspeth' = 105, 'Melrose South-Mott Haven North' = 106, 'Middle Village' = 107, 'Midtown-Midtown South' = 108, 'Midwood' = 109, 'Morningside Heights' = 110, 'Morrisania-Melrose' = 111, 'Mott Haven-Port Morris' = 112, 'Mount Hope' = 113, 'Murray Hill' = 114, 'Murray Hill-Kips Bay' = 115, 'New Brighton-Silver Lake' = 116, 'New Dorp-Midland Beach' = 117, 'New Springville-Bloomfield-Travis' = 118, 'North Corona' = 119, 'North Riverdale-Fieldston-Riverdale' = 120, 'North Side-South Side' = 121, 'Norwood' = 122, 'Oakland Gardens' = 123, 'Oakwood-Oakwood Beach' = 124, 'Ocean Hill' = 125, 'Ocean Parkway South' = 126, 'Old Astoria' = 127, 'Old Town-Dongan Hills-South Beach' = 128, 'Ozone Park' = 129, 'Park Slope-Gowanus' = 130, 'Parkchester' = 131, 'Pelham Bay-Country Club-City Island' = 132, 'Pelham Parkway' = 133, 'Pomonok-Flushing Heights-Hillcrest' = 134, 'Port Richmond' = 135, 'Prospect Heights' = 136, 'Prospect Lefferts Gardens-Wingate' = 137, 'Queens Village' = 138, 'Queensboro Hill' = 139, 'Queensbridge-Ravenswood-Long Island City' = 140, 'Rego Park' = 141, 'Richmond Hill' = 142, 'Ridgewood' = 143, 'Rikers Island' = 144, 'Rosedale' = 145, 'Rossville-Woodrow' = 146, 'Rugby-Remsen Village' = 147, 'Schuylerville-Throgs Neck-Edgewater Park' = 148, 'Seagate-Coney Island' = 149, 'Sheepshead Bay-Gerritsen Beach-Manhattan Beach' = 150, 'SoHo-TriBeCa-Civic Center-Little Italy' = 151, 'Soundview-Bruckner' = 152, 'Soundview-Castle Hill-Clason Point-Harding Park' = 153, 'South Jamaica' = 154, 'South Ozone Park' = 155, 'Springfield Gardens North' = 156, 'Springfield Gardens South-Brooklyn' = 157, 'Spuyten Duyvil-Kingsbridge' = 158, 'St. Albans' = 159, 'Stapleton-Rosebank' = 160, 'Starrett City' = 161, 'Steinway' = 162, 'Stuyvesant Heights' = 163, 'Stuyvesant Town-Cooper Village' = 164, 'Sunset Park East' = 165, 'Sunset Park West' = 166, 'Todt Hill-Emerson Hill-Heartland Village-Lighthouse Hill' = 167, 'Turtle Bay-East Midtown' = 168, 'University Heights-Morris Heights' = 169, 'Upper East Side-Carnegie Hill' = 170, 'Upper West Side' = 171, 'Van Cortlandt Village' = 172, 'Van Nest-Morris Park-Westchester Square' = 173, 'Washington Heights North' = 174, 'Washington Heights South' = 175, 'West Brighton' = 176, 'West Concourse' = 177, 'West Farms-Bronx River' = 178, 'West New Brighton-New Brighton-St. George' = 179, 'West Village' = 180, 'Westchester-Unionport' = 181, 'Westerleigh' = 182, 'Whitestone' = 183, 'Williamsbridge-Olinville' = 184, 'Williamsburg' = 185, 'Windsor Terrace' = 186, 'Woodhaven' = 187, 'Woodlawn-Wakefield' = 188, 'Woodside' = 189, 'Yorkville' = 190, 'park-cemetery-etc-Bronx' = 191, 'park-cemetery-etc-Brooklyn' = 192, 'park-cemetery-etc-Manhattan' = 193, 'park-cemetery-etc-Queens' = 194, 'park-cemetery-etc-Staten Island' = 195) AS pickup\_ntaname,

toUInt16(ifNull(pickup\_puma, '0')) AS pickup\_puma,

assumeNotNull(dropoff\_nyct2010\_gid) AS dropoff\_nyct2010\_gid,  
toFloat32(ifNull(dropoff\_ctlabel, '0')) AS dropoff\_ctlabel,  
assumeNotNull(dropoff\_borocode) AS dropoff\_borocode,  
CAST(assumeNotNull(dropoff\_boroname) AS Enum8('Manhattan' = 1, 'Queens' = 4, 'Brooklyn' = 3, " = 0, 'Bronx' = 2, 'Staten Island' = 5)) AS dropoff\_boroname,  
toFixedString(ifNull(dropoff\_ct2010, '000000'), 6) AS dropoff\_ct2010,  
toFixedString(ifNull(dropoff\_boroc2010, '0000000'), 7) AS dropoff\_boroc2010,  
CAST(assumeNotNull(ifNull(dropoff\_cdeligibil, '')) AS Enum8(' = 0, 'E' = 1, 'I' = 2)) AS dropoff\_cdeligibil,  
toFixedString(ifNull(dropoff\_ntacode, '0000'), 4) AS dropoff\_ntacode,

CAST(assumeNotNull(dropoff\_ntaname) AS Enum16(" = 0, 'Airport' = 1, 'Allerton-Pelham Gardens' = 2, 'Annadale-Huguenot-Prince's Bay-Eltingville' = 3, 'Arden Heights' = 4, 'Astoria' = 5, 'Auburndale' = 6, 'Baisley Park' = 7, 'Bath Beach' = 8, 'Battery Park City-Lower Manhattan' = 9, 'Bay Ridge' = 10, 'Bayside-Bayside Hills' = 11, 'Bedford' = 12, 'Bedford Park-Fordham North' = 13, 'Bellerose' = 14, 'Belmont' = 15, 'Bensonhurst East' = 16, 'Bensonhurst West' = 17, 'Borough Park' = 18, 'Breezy Point-Belle Harbor-Rockaway Park-Broad Channel' = 19, 'Briarwood-Jamaica Hills' = 20, 'Brighton Beach' = 21, 'Bronxdale' = 22, 'Brooklyn Heights-Cobble Hill' = 23, 'Brownsville' = 24, 'Bushwick North' = 25, 'Bushwick South' = 26, 'Cambria Heights' = 27, 'Canarsie' = 28, 'Carroll Gardens-Columbia Street-Red Hook' = 29, 'Central Harlem North-Polo Grounds' = 30, 'Central Harlem South' = 31, 'Charleston-Richmond Valley-Tottenville' = 32, 'Chinatown' = 33, 'Clarendon-Bathgate' = 34, 'Clinton' = 35, 'Clinton Hill' = 36, 'Co-op City' = 37, 'College Point' = 38, 'Corona' = 39, 'Crotona Park East' = 40, 'Crown Heights North' = 41, 'Crown Heights South' = 42, 'Cypress Hills-City Line' = 43, 'DUMBO-Vinegar Hill-Downtown Brooklyn-Boerum Hill' = 44, 'Douglas Manor-Douglaslaston-Little Neck' = 45, 'Dyker Heights' = 46, 'East Concourse-Concourse Village' = 47, 'East Elmhurst' = 48, 'East Flatbush-Farragut' = 49, 'East Flushing' = 50, 'East Harlem North' = 51, 'East Harlem South' = 52, 'East New York' = 53, 'East New York (Pennsylvania Ave)' = 54, 'East Tremont' = 55, 'East Village' = 56, 'East Williamsburg' = 57, 'Eastchester-Edenwald-Baychester' = 58, 'Elmhurst' = 59, 'Elmhurst-Maspeth' = 60, 'Erasmus' = 61, 'Far Rockaway-Bayswater' = 62, 'Flatbush' = 63, 'Flatlands' = 64, 'Flushing' = 65, 'Fordham South' = 66, 'Forest Hills' = 67, 'Fort Greene' = 68, 'Fresh Meadows-Utopia' = 69, 'Ft. Totten-Bay Terrace-Clearview' = 70, 'Georgetown-Marine Park-Bergen Beach-Mill Basin' = 71, 'Glen Oaks-Floral Park-New Hyde Park' = 72, 'Glendale' = 73, 'Gramercy' = 74, 'Grasmere-Arrochar-Ft. Wadsworth' = 75, 'Gravesend' = 76, 'Great Kills' = 77, 'Greenpoint' = 78, 'Grymes Hill-Clifton-Fox Hills' = 79, 'Hamilton Heights' = 80, 'Hammels-Arverne-Edgemere' = 81, 'Highbridge' = 82, 'Hollis' = 83, 'Homecrest' = 84, 'Hudson Yards-Chelsea-Flatiron-Union Square' = 85, 'Hunters Point-Sunnyside-West Maspeth' = 86, 'Hunts Point' = 87, 'Jackson Heights' = 88, 'Jamaica' = 89, 'Jamaica Estates-Holliswood' = 90, 'Kensington-Ocean Parkway' = 91, 'Kew Gardens' = 92, 'Kew Gardens Hills' = 93, 'Kingsbridge Heights' = 94, 'Laurelton' = 95, 'Lenox Hill-Roosevelt Island' = 96, 'Lincoln Square' = 97, 'Lindenwood-Howard Beach' = 98, 'Longwood' = 99, 'Lower East Side' = 100, 'Madison' = 101, 'Manhattanville' = 102, 'Marble Hill-Inwood' = 103, 'Mariner's Harbor-Arlington-Port Ivory-Graniteville' = 104, 'Maspeth' = 105, 'Melrose South-Mott Haven North' = 106, 'Middle Village' = 107, 'Midtown-Midtown South' = 108, 'Midwood' = 109, 'Morningside Heights' = 110, 'Morrisania-Melrose' = 111, 'Mott Haven-Port Morris' = 112, 'Mount Hope' = 113, 'Murray Hill' = 114, 'Murray Hill-Kips Bay' = 115, 'New Brighton-Silver Lake' = 116, 'New Dorp-Midland Beach' = 117, 'New Springville-Bloomfield-Travis' = 118, 'North Corona' = 119, 'North Riverdale-Fieldston-Riverdale' = 120, 'North Side-South Side' = 121, 'Norwood' = 122, 'Oakland Gardens' = 123, 'Oakwood-Oakwood Beach' = 124, 'Ocean Hill' = 125, 'Ocean Parkway South' = 126, 'Old Astoria' = 127, 'Old Town-Dongan Hills-South Beach' = 128, 'Ozone Park' = 129, 'Park Slope-Gowanus' = 130, 'Parkchester' = 131, 'Pelham Bay-Country Club-City Island' = 132, 'Pelham Parkway' = 133, 'Pomonok-Flushing Heights-Hillcrest' = 134, 'Port Richmond' = 135, 'Prospect Heights' = 136, 'Prospect Lefferts Gardens-Wingate' = 137, 'Queens Village' = 138, 'Queensboro Hill' = 139, 'Queensbridge-Ravenswood-Long Island City' = 140, 'Rego Park' = 141, 'Richmond Hill' = 142, 'Ridgewood' = 143, 'Rikers Island' = 144, 'Rosedale' = 145, 'Rossville-Woodrow' = 146, 'Rugby-Remsen Village' = 147, 'Schuylerville-Throgs Neck-Edgewater Park' = 148, 'Seagate-Coney Island' = 149, 'Sheepshead Bay-Gerritsen Beach-Manhattan Beach' = 150, 'SoHo-TriBeCa-Civic Center-Little Italy' = 151, 'Soundview-Bruckner' = 152, 'Soundview-Castle Hill-Clason Point-Harding Park' = 153, 'South Jamaica' = 154, 'South Ozone Park' = 155, 'Springfield Gardens North' = 156, 'Springfield Gardens South-Brooklyn' = 157, 'Spuyten Duyvil-Kingsbridge' = 158, 'St. Albans' = 159, 'Stapleton-Rosebank' = 160, 'Starrett City' = 161, 'Steinway' = 162, 'Stuyvesant Heights' = 163, 'Stuyvesant Town-Cooper Village'

```
= 164, 'Sunset Park East' = 165, 'Sunset Park West' = 166, 'Todt Hill-Emerson Hill-Heartland Village-Lighthouse Hill' = 167, 'Turtle Bay-East Midtown' = 168, 'University Heights-Morris Heights' = 169, 'Upper East Side-Carnegie Hill' = 170, 'Upper West Side' = 171, 'Van Cortlandt Village' = 172, 'Van Nest-Morris Park-Westchester Square' = 173, 'Washington Heights North' = 174, 'Washington Heights South' = 175, 'West Brighton' = 176, 'West Concourse' = 177, 'West Farms-Bronx River' = 178, 'West New Brighton-New Brighton-St. George' = 179, 'West Village' = 180, 'Westchester-Unionport' = 181, 'Westerleigh' = 182, 'Whitestone' = 183, 'Williamsbridge-Olinville' = 184, 'Williamsburg' = 185, 'Windsor Terrace' = 186, 'Woodhaven' = 187, 'Woodlawn-Wakefield' = 188, 'Woodside' = 189, 'Yorkville' = 190, 'park-cemetery-etc-Bronx' = 191, 'park-cemetery-etc-Brooklyn' = 192, 'park-cemetery-etc-Manhattan' = 193, 'park-cemetery-etc-Queens' = 194, 'park-cemetery-etc-Staten Island' = 195)) AS dropoff_ntaname,
```

```
toUInt16(ifNull(dropoff_puma, '0')) AS dropoff_puma
```

```
FROM trips
```

Это занимает 3030 секунд со скоростью около 428 тысяч строк в секунду. Для более короткого времени загрузки, можно создать таблицу с движком Log вместо MergeTree. В этом случае загрузка отработает быстрее, чем за 200 секунд.

Таблица заняла 126 Гб дискового пространства.

```
SELECT formatReadableSize(sum(bytes)) FROM system.parts WHERE table = 'trips_mergetree' AND active
```

```
formatReadableSize(sum(bytes))  
126.18 GiB
```

Между прочим, на MergeTree можно запустить запрос OPTIMIZE. Но это не обязательно, всё будет в порядке и без этого.

## Скачивание готовых партиций

```
$ curl -O https://clickhouse-datasets.s3.yandex.net/trips_mergetree/partitions/trips_mergetree.tar  
$ tar xvf trips_mergetree.tar -C /var/lib/clickhouse # путь к папке с данными ClickHouse  
$ # убедитесь, что установлены корректные права доступа на файлы  
$ sudo service clickhouse-server restart  
$ clickhouse-client --query "SELECT COUNT(*) FROM datasets.trips_mergetree"
```

### Info

Если вы собираетесь выполнять запросы, приведенные ниже, то к имени таблицы нужно добавить имя базы, datasets.trips\_mergetree .

## Результаты на одном сервере

Q1:

```
SELECT cab_type, count(*) FROM trips_mergetree GROUP BY cab_type
```

0.490 секунд.

Q2:

```
SELECT passenger_count, avg(total_amount) FROM trips_mergetree GROUP BY passenger_count
```

1.224 секунд.

Q3:

```
SELECT passenger_count, toYear(pickup_date) AS year, count(*) FROM trips_mergetree GROUP BY passenger_count, year
```

2.104 секунд.

Q4:

```
SELECT passenger_count, toYear(pickup_date) AS year, round(trip_distance) AS distance, count(*)  
FROM trips_mergetree  
GROUP BY passenger_count, year, distance  
ORDER BY year, count(*) DESC
```

3.593 секунд.

Использовался следующий сервер:

Два Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2650 v2 @ 2.60GHz, в сумме 16 физических ядер, 128 GiB RAM, 8x6 TB HD на программном RAID-5

Время выполнения — лучшее из трех запусков. На самом деле начиная со второго запуска, запросы читают данные из кеша страниц файловой системы. Никакого дальнейшего кеширования не происходит: данные зачитываются и обрабатываются при каждом запуске.

Создание таблицы на 3 серверах:

На каждом сервере:

```
CREATE TABLE default.trips_mergetree_third ( trip_id UInt32, vendor_id Enum8('1' = 1, '2' = 2, 'CMT' = 3, 'VTS' = 4, 'DDS' = 5, 'B02512' = 10,  
'B02598' = 11, 'B02617' = 12, 'B02682' = 13, 'B02764' = 14), pickup_date Date, pickup_datetime DateTime, dropoff_date Date, dropoff_datetime  
DateTime, store_and_fwd_flag UInt8, rate_code_id UInt8, pickup_longitude Float64, pickup_latitude Float64, dropoff_longitude Float64,  
dropoff_latitude Float64, passenger_count UInt8, trip_distance Float64, fare_amount Float32, extra Float32, mta_tax Float32, tip_amount  
Float32, tolls_amount Float32, ehail_fee Float32, improvement_surcharge Float32, total_amount Float32, payment_type_ Enum8('UNK' = 0,  
'CSH' = 1, 'CRE' = 2, 'NOC' = 3, 'DIS' = 4), trip_type UInt8, pickup FixedString(25), dropoff FixedString(25), cab_type Enum8('yellow' = 1, 'green'  
= 2, 'uber' = 3), pickup_nyct2010_gid UInt8, pickup_ctlabel Float32, pickup_borocode UInt8, pickup_boroname Enum8(" = 0, 'Manhattan' = 1,  
'Bronx' = 2, 'Brooklyn' = 3, 'Queens' = 4, 'Staten Island' = 5), pickup_ct2010 FixedString(6), pickup_boroc2010 FixedString(7), pickup_cdeligible  
Enum8(" = 0, 'E' = 1, 'I' = 2), pickup_ntancode FixedString(4), pickup_ntaname Enum16(" = 0, 'Airport' = 1, 'Allerton-Pelham Gardens' = 2,  
'Annadale-Huguenot-Prince's Bay-Eltingville' = 3, 'Arden Heights' = 4, 'Astoria' = 5, 'Auburndale' = 6, 'Baisley Park' = 7, 'Bath Beach' = 8, 'Battery  
Park City-Lower Manhattan' = 9, 'Bay Ridge' = 10, 'Bayside-Bayside Hills' = 11, 'Bedford' = 12, 'Bedford Park-Fordham North' = 13, 'Bellerose' =  
14, 'Belmont' = 15, 'Bensonhurst East' = 16, 'Bensonhurst West' = 17, 'Borough Park' = 18, 'Breezy Point-Belle Harbor-Rockaway Park-Broad  
Channel' = 19, 'Briarwood-Jamaica Hills' = 20, 'Brighton Beach' = 21, 'Bronxdale' = 22, 'Brooklyn Heights-Cobble Hill' = 23, 'Brownsville' = 24,  
'Bushwick North' = 25, 'Bushwick South' = 26, 'Cambria Heights' = 27, 'Canarsie' = 28, 'Carroll Gardens-Columbia Street-Red Hook' = 29, 'Central  
Harlem North-Polo Grounds' = 30, 'Central Harlem South' = 31, 'Charleston-Richmond Valley-Tottenville' = 32, 'Chinatown' = 33,  
'Clarendon-Bathgate' = 34, 'Clinton' = 35, 'Clinton Hill' = 36, 'Co-op City' = 37, 'College Point' = 38, 'Corona' = 39, 'Crotona Park East' = 40, 'Crown  
Heights North' = 41, 'Crown Heights South' = 42, 'Cypress Hills-City Line' = 43, 'DUMBO-Vinegar Hill-Downtown Brooklyn-Boerum Hill' = 44,  
'Douglas Manor-Douglaston-Little Neck' = 45, 'Dyker Heights' = 46, 'East Concourse-Concourse Village' = 47, 'East Elmhurst' = 48, 'East  
Flatbush-Farragut' = 49, 'East Flushing' = 50, 'East Harlem North' = 51, 'East Harlem South' = 52, 'East New York' = 53, 'East New York  
(Pennsylvania Ave)' = 54, 'East Tremont' = 55, 'East Village' = 56, 'East Williamsburg' = 57, 'Eastchester-Edenwald-Baychester' = 58, 'Elmhurst' =  
59, 'Elmhurst-Maspeth' = 60, 'Erasmus' = 61, 'Far Rockaway-Bayswater' = 62, 'Flatbush' = 63, 'Flatlands' = 64, 'Flushing' = 65, 'Fordham South' =  
66, 'Forest Hills' = 67, 'Fort Greene' = 68, 'Fresh Meadows-Utopia' = 69, 'Ft. Totten-Bay Terrace-Clearview' = 70, 'Georgetown-Marine  
Park-Bergen Beach-Mill Basin' = 71, 'Glen Oaks-Floral Park-New Hyde Park' = 72, 'Glendale' = 73, 'Gramercy' = 74, 'Grasmere-Arrochar-Ft.  
Wadsworth' = 75, 'Gravesend' = 76, 'Great Kills' = 77, 'Greenpoint' = 78, 'Grymes Hill-Clifton-Fox Hills' = 79, 'Hamilton Heights' = 80,  
'Hammels-Arverne-Edgemere' = 81, 'Highbridge' = 82, 'Hollis' = 83, 'Homecrest' = 84, 'Hudson Yards-Chelsea-Flatiron-Union Square' = 85,  
'Hunters Point-Sunnyside-West Maspeth' = 86, 'Hunts Point' = 87, 'Jackson Heights' = 88, 'Jamaica' = 89, 'Jamaica Estates-Holliswood' = 90,  
'Kensington-Ocean Parkway' = 91, 'Kew Gardens' = 92, 'Kew Gardens Hills' = 93, 'Kingsbridge Heights' = 94, 'Laurelton' = 95, 'Lenox  
Hill-Roosevelt Island' = 96, 'Lincoln Square' = 97, 'Lindenwood-Howard Beach' = 98, 'Longwood' = 99, 'Lower East Side' = 100, 'Madison' = 101,  
'Manhattanville' = 102, 'Marble Hill-Inwood' = 103, 'Mariner's Harbor-Arlington-Port Ivory-Graniteville' = 104, 'Maspeth' = 105, 'Melrose South-  
Mott Haven North' = 106, 'Middle Village' = 107, 'Midtown-Midtown South' = 108, 'Midwood' = 109, 'Morningside Heights' = 110, 'Morrisania-  
Melrose' = 111, 'Mott Haven-Port Morris' = 112, 'Mount Hope' = 113, 'Murray Hill' = 114, 'Murray Hill-Kips Bay' = 115, 'New Brighton-Silver Lake'  
= 116, 'New Dorp-Midland Beach' = 117, 'New Springville-Bloomfield-Travis' = 118, 'North Corona' = 119, 'North Riverdale-Fieldston-Riverdale' =  
120, 'North Side-South Side' = 121, 'Norwood' = 122, 'Oakland Gardens' = 123, 'Oakwood-Oakwood Beach' = 124, 'Ocean Hill' = 125, 'Ocean  
Parkway South' = 126, 'Old Astoria' = 127, 'Old Town-Dongan Hills-South Beach' = 128, 'Ozone Park' = 129, 'Park Slope-Gowanus' = 130,  
'Parkchester' = 131, 'Pelham Bay-Country Club-City Island' = 132, 'Pelham Parkway' = 133, 'Pomonok-Flushing Heights-Hillcrest' = 134, 'Port  
Richmond' = 135, 'Prospect Heights' = 136, 'Prospect Lefferts Gardens-Wingate' = 137, 'Queens Village' = 138, 'Queensboro Hill' = 139,  
'Queensbridge-Ravenswood-Long Island City' = 140, 'Rego Park' = 141, 'Richmond Hill' = 142, 'Ridgewood' = 143, 'Rikers Island' = 144,  
'Rosedale' = 145, 'Rossville-Woodrow' = 146, 'Rugby-Remsen Village' = 147, 'Schuylererville-Throgs Neck-Edgewater Park' = 148, 'Seagate-  
Coney Island' = 149, 'Sheepshead Bay-Gerritsen Beach-Manhattan Beach' = 150, 'SoHo-TriBeCa-Civic Center-Little Italy' = 151, 'Soundview-  
Bruckner' = 152, 'Soundview-Castle Hill-Clason Point-Harding Park' = 153, 'South Jamaica' = 154, 'South Ozone Park' = 155, 'Springfield  
Gardens North' = 156, 'Springfield Gardens South-Brookville' = 157, 'Spuyten Duyvil-Kingsbridge' = 158, 'St. Albans' = 159, 'Stapleton-  
Rosebank' = 160, 'Starrett City' = 161, 'Steinway' = 162, 'Stuyvesant Heights' = 163, 'Stuyvesant Town-Cooper Village' = 164, 'Sunset Park East'  
= 165, 'Sunset Park West' = 166, 'Todt Hill-Emerson Hill-Heartland Village-Lighthouse Hill' = 167, 'Turtle Bay-East Midtown' = 168, 'University  
Heights-Morris Heights' = 169, 'Upper East Side-Carnegie Hill' = 170, 'Upper West Side' = 171, 'Van Cortlandt Village' = 172, 'Van Nest-Morris
```

```

Park-Westchester Square' = 173, 'Washington Heights North' = 174, 'Washington Heights South' = 175, 'West Brighton' = 176, 'West Concourse' = 177, 'West Farms-Bronx River' = 178, 'West New Brighton-New Brighton-St. George' = 179, 'West Village' = 180, 'Westchester-Unionport' = 181, 'Westerleigh' = 182, 'Whitestone' = 183, 'Williamsbridge-Olinville' = 184, 'Williamsburg' = 185, 'Windsor Terrace' = 186, 'Woodhaven' = 187, 'Woodlawn-Wakefield' = 188, 'Woodside' = 189, 'Yorkville' = 190, 'park-cemetery-etc-Bronx' = 191, 'park-cemetery-etc-Brooklyn' = 192, 'park-cemetery-etc-Manhattan' = 193, 'park-cemetery-etc-Queens' = 194, 'park-cemetery-etc-Staten Island' = 195), pickup_puma UInt16,
dropoff_nyct2010_gid UInt8, dropoff_ctlabel Float32, dropoff_borocode UInt8, dropoff_boroname Enum8("0", 'Manhattan' = 1, 'Bronx' = 2, 'Brooklyn' = 3, 'Queens' = 4, 'Staten Island' = 5), dropoff_ct2010 FixedString(6), dropoff_boroc2010 FixedString(7), dropoff_cdeligibil Enum8("0", 'E' = 1, 'I' = 2), dropoff_ntacode FixedString(4), dropoff_ntaname Enum16("0", 'Airport' = 1, 'Allerton-Pelham Gardens' = 2, 'Annadale-Huguenot-Prince's Bay-Eltingville' = 3, 'Arden Heights' = 4, 'Astoria' = 5, 'Auburndale' = 6, 'Baisley Park' = 7, 'Bath Beach' = 8, 'Battery Park City-Lower Manhattan' = 9, 'Bay Ridge' = 10, 'Bayside-Bayside Hills' = 11, 'Bedford' = 12, 'Bedford Park-Fordham North' = 13, 'Bellerose' = 14, 'Belmont' = 15, 'Bensonhurst East' = 16, 'Bensonhurst West' = 17, 'Borough Park' = 18, 'Breezy Point-Belle Harbor-Rockaway Park-Broad Channel' = 19, 'Briarwood-Jamaica Hills' = 20, 'Brighton Beach' = 21, 'Bronxdale' = 22, 'Brooklyn Heights-Cobble Hill' = 23, 'Brownsville' = 24, 'Bushwick North' = 25, 'Bushwick South' = 26, 'Cambria Heights' = 27, 'Canarsie' = 28, 'Carroll Gardens-Columbia Street-Red Hook' = 29, 'Central Harlem North-Polo Grounds' = 30, 'Central Harlem South' = 31, 'Charleston-Richmond Valley-Tottenville' = 32, 'Chinatown' = 33, 'Claremont-Bathgate' = 34, 'Clinton' = 35, 'Clinton Hill' = 36, 'Co-op City' = 37, 'College Point' = 38, 'Corona' = 39, 'Crotona Park East' = 40, 'Crown Heights North' = 41, 'Crown Heights South' = 42, 'Cypress Hills-City Line' = 43, 'DUMBO-Vinegar Hill-Downtown Brooklyn-Boerum Hill' = 44, 'Douglas Manor-Douglaston-Little Neck' = 45, 'Dyker Heights' = 46, 'East Concourse-Concourse Village' = 47, 'East Elmhurst' = 48, 'East Flatbush-Farragut' = 49, 'East Flushing' = 50, 'East Harlem North' = 51, 'East Harlem South' = 52, 'East New York' = 53, 'East New York (Pennsylvania Ave)' = 54, 'East Tremont' = 55, 'East Village' = 56, 'East Williamsburg' = 57, 'Eastchester-Edenwald-Baychester' = 58, 'Elmhurst' = 59, 'Elmhurst-Maspeth' = 60, 'Erasmus' = 61, 'Far Rockaway-Bayswater' = 62, 'Flatbush' = 63, 'Flatlands' = 64, 'Flushing' = 65, 'Fordham South' = 66, 'Forest Hills' = 67, 'Fort Greene' = 68, 'Fresh Meadows-Utopia' = 69, 'Ft. Totten-Bay Terrace-Clearview' = 70, 'Georgetown-Marine Park-Bergen Beach-Mill Basin' = 71, 'Glen Oaks-Floral Park-New Hyde Park' = 72, 'Glendale' = 73, 'Gramercy' = 74, 'Grasmere-Arrochar-Ft. Wadsworth' = 75, 'Gravesend' = 76, 'Great Kills' = 77, 'Greenpoint' = 78, 'Grymes Hill-Clifton-Fox Hills' = 79, 'Hamilton Heights' = 80, 'Hammels-Arverne-Edgemere' = 81, 'Highbridge' = 82, 'Hollis' = 83, 'Homecrest' = 84, 'Hudson Yards-Chelsea-Flatiron-Union Square' = 85, 'Hunters Point-Sunnyside-West Maspeth' = 86, 'Hunts Point' = 87, 'Jackson Heights' = 88, 'Jamaica' = 89, 'Jamaica Estates-Holliswood' = 90, 'Kensington-Ocean Parkway' = 91, 'Kew Gardens' = 92, 'Kew Gardens Hills' = 93, 'Kingsbridge Heights' = 94, 'Laurelton' = 95, 'Lenox Hill-Roosevelt Island' = 96, 'Lincoln Square' = 97, 'Lindenwood-Howard Beach' = 98, 'Longwood' = 99, 'Lower East Side' = 100, 'Madison' = 101, 'Manhattanville' = 102, 'Marble Hill-Inwood' = 103, 'Mariner's Harbor-Arlington-Port Ivory-Graniteville' = 104, 'Maspeth' = 105, 'Melrose South-Mott Haven North' = 106, 'Middle Village' = 107, 'Midtown-Midtown South' = 108, 'Midwood' = 109, 'Morningside Heights' = 110, 'Morrisania-Melrose' = 111, 'Mott Haven-Port Morris' = 112, 'Mount Hope' = 113, 'Murray Hill' = 114, 'Murray Hill-Kips Bay' = 115, 'New Brighton-Silver Lake' = 116, 'New Dorp-Midland Beach' = 117, 'New Springville-Bloomfield-Travis' = 118, 'North Corona' = 119, 'North Riverdale-Fieldston-Riverdale' = 120, 'North Side-South Side' = 121, 'Norwood' = 122, 'Oakland Gardens' = 123, 'Oakwood-Oakwood Beach' = 124, 'Ocean Hill' = 125, 'Ocean Parkway South' = 126, 'Old Astoria' = 127, 'Old Town-Dongan Hills-South Beach' = 128, 'Ozone Park' = 129, 'Park Slope-Gowanus' = 130, 'Parkchester' = 131, 'Pelham Bay-Country Club-City Island' = 132, 'Pelham Parkway' = 133, 'Pomonok-Flushing Heights-Hillcrest' = 134, 'Port Richmond' = 135, 'Prospect Heights' = 136, 'Prospect Lefferts Gardens-Wingate' = 137, 'Queens Village' = 138, 'Queensboro Hill' = 139, 'Queensbridge-Ravenswood-Long Island City' = 140, 'Rego Park' = 141, 'Richmond Hill' = 142, 'Ridgewood' = 143, 'Rikers Island' = 144, 'Rosedale' = 145, 'Rossville-Woodrow' = 146, 'Rugby-Remsen Village' = 147, 'Schuyler-Neck-Edgewater Park' = 148, 'Seagate-Coney Island' = 149, 'Sheepshead Bay-Gerritsen Beach-Manhattan Beach' = 150, 'SoHo-TriBeCa-Civic Center-Little Italy' = 151, 'Soundview-Bruckner' = 152, 'Soundview-Castle Hill-Clason Point-Harding Park' = 153, 'South Jamaica' = 154, 'South Ozone Park' = 155, 'Springfield Gardens North' = 156, 'Springfield Gardens South-Brooklyn' = 157, 'Spuyten Duyvil-Kingsbridge' = 158, 'St. Albans' = 159, 'Stapleton-Rosebank' = 160, 'Starrett City' = 161, 'Steinway' = 162, 'Stuyvesant Heights' = 163, 'Stuyvesant Town-Cooper Village' = 164, 'Sunset Park East' = 165, 'Sunset Park West' = 166, 'Todt Hill-Emerson Hill-Heartland Village-Lighthouse Hill' = 167, 'Turtle Bay-East Midtown' = 168, 'University Heights-Morris Heights' = 169, 'Upper East Side-Carnegie Hill' = 170, 'Upper West Side' = 171, 'Van Cortlandt Village' = 172, 'Van Nest-Morris Park-Westchester Square' = 173, 'Washington Heights North' = 174, 'Washington Heights South' = 175, 'West Brighton' = 176, 'West Concourse' = 177, 'West Farms-Bronx River' = 178, 'West New Brighton-New Brighton-St. George' = 179, 'West Village' = 180, 'Westchester-Unionport' = 181, 'Westerleigh' = 182, 'Whitestone' = 183, 'Williamsbridge-Olinville' = 184, 'Williamsburg' = 185, 'Windsor Terrace' = 186, 'Woodhaven' = 187, 'Woodlawn-Wakefield' = 188, 'Woodside' = 189, 'Yorkville' = 190, 'park-cemetery-etc-Bronx' = 191, 'park-cemetery-etc-Brooklyn' = 192, 'park-cemetery-etc-Manhattan' = 193, 'park-cemetery-etc-Queens' = 194, 'park-cemetery-etc-Staten Island' = 195), dropoff_puma UInt16) ENGINE = MergeTree(pickup_date, pickup_datetime, 8192)

```

На исходном сервере:

```
CREATE TABLE trips_mergetree_x3 AS trips_mergetree_third ENGINE = Distributed(perftest, default, trips_mergetree_third, rand())
```

Следующим запрос перераспределит данные:

```
INSERT INTO trips_mergetree_x3 SELECT * FROM trips_mergetree
```

Это занимает 2454 секунд.

На трёх серверах:

Q1: 0.212 секунд. Q2: 0.438 секунд. Q3: 0.733 секунд. Q4: 1.241 секунд.

Никакого сюрприза, так как запросы масштабируются линейно.

Также у нас есть результаты с кластера из 140 серверов:

Q1: 0.028 sec. Q2: 0.043 sec. Q3: 0.051 sec. Q4: 0.072 sec.

В этом случае, время выполнения запросов определяется в первую очередь сетевыми задержками. Мы выполняли запросы с помощью клиента, расположенного в центре Яндекса в Мянтсляя (Финляндия), на кластер в России, что добавляет порядка 20 мс задержки.

## Резюме

серверов	Q1	Q2	Q3	Q4
1	0.490	1.224	2.104	3.593
3	0.212	0.438	0.733	1.241
140	0.028	0.043	0.051	0.072

## AMPLab Big Data Benchmark

См. <https://amplab.cs.berkeley.edu/benchmark/>

Зарегистрируйте бесплатную учетную запись на <https://aws.amazon.com> - понадобится кредитная карта, email и номер телефона. Получите новый ключ доступа на [https://console.aws.amazon.com/iam/home?nc2=h\\_m\\_sc#security\\_credential](https://console.aws.amazon.com/iam/home?nc2=h_m_sc#security_credential)

Выполните следующее в консоли:

```
$ sudo apt-get install s3cmd
$ mkdir tiny; cd tiny;
$ s3cmd sync s3://big-data-benchmark/pavlo/text-deflate/tiny/ .
$ cd ..
$ mkdir 1node; cd 1node;
$ s3cmd sync s3://big-data-benchmark/pavlo/text-deflate/1node/ .
$ cd ..
$ mkdir 5nodes; cd 5nodes;
$ s3cmd sync s3://big-data-benchmark/pavlo/text-deflate/5nodes/ .
$ cd ..
```

Выполните следующие запросы к ClickHouse:

```
CREATE TABLE rankings_tiny
(
    pageURL String,
    pageRank UInt32,
    avgDuration UInt32
) ENGINE = Log;

CREATE TABLE uservisits_tiny
(
    sourceIP String,
    destinationURL String,
    visitDate Date,
    adRevenue Float32,
    UserAgent String,
    cCode FixedString(3),
    lCode FixedString(6),
    searchWord String,
    duration UInt32
) ENGINE = MergeTree(visitDate, visitDate, 8192);

CREATE TABLE rankings_1node
(
    pageURL String,
    pageRank UInt32,
    avgDuration UInt32
) ENGINE = Log;

CREATE TABLE uservisits_1node
(
    sourceIP String,
    destinationURL String,
    visitDate Date,
    adRevenue Float32,
    UserAgent String,
    cCode FixedString(3),
    lCode FixedString(6),
    searchWord String,
    duration UInt32
) ENGINE = MergeTree(visitDate, visitDate, 8192);

CREATE TABLE rankings_5nodes_on_single
(
    pageURL String,
    pageRank UInt32,
    avgDuration UInt32
) ENGINE = Log;

CREATE TABLE uservisits_5nodes_on_single
(
    sourceIP String,
    destinationURL String,
    visitDate Date,
    adRevenue Float32,
    UserAgent String,
    cCode FixedString(3),
    lCode FixedString(6),
    searchWord String,
    duration UInt32
) ENGINE = MergeTree(visitDate, visitDate, 8192);
```

Возвращаемся в консоль:

```

$ for i in tiny/rankings/*.deflate; do echo $i; zlib-flate -uncompress < $i | clickhouse-client --host=example-perftest01j --query="INSERT INTO
rankings_tiny FORMAT CSV"; done
$ for i in tiny/uservisits/*.deflate; do echo $i; zlib-flate -uncompress < $i | clickhouse-client --host=example-perftest01j --query="INSERT INTO
uservisits_tiny FORMAT CSV"; done
$ for i in 1node/rankings/*.deflate; do echo $i; zlib-flate -uncompress < $i | clickhouse-client --host=example-perftest01j --query="INSERT INTO
rankings_1node FORMAT CSV"; done
$ for i in 1node/uservisits/*.deflate; do echo $i; zlib-flate -uncompress < $i | clickhouse-client --host=example-perftest01j --query="INSERT INTO
uservisits_1node FORMAT CSV"; done
$ for i in 5nodes/rankings/*.deflate; do echo $i; zlib-flate -uncompress < $i | clickhouse-client --host=example-perftest01j --query="INSERT INTO
rankings_5nodes_on_single FORMAT CSV"; done
$ for i in 5nodes/uservisits/*.deflate; do echo $i; zlib-flate -uncompress < $i | clickhouse-client --host=example-perftest01j --query="INSERT INTO
uservisits_5nodes_on_single FORMAT CSV"; done

```

Запросы для получения выборок данных:

```

SELECT pageURL, pageRank FROM rankings_1node WHERE pageRank > 1000

SELECT substring(sourceIP, 1, 8), sum(adRevenue) FROM uservisits_1node GROUP BY substring(sourceIP, 1, 8)

SELECT
    sourceIP,
    sum(adRevenue) AS totalRevenue,
    avg(pageRank) AS pageRank
FROM rankings_1node ALL INNER JOIN
(
    SELECT
        sourceIP,
        destinationURL AS pageURL,
        adRevenue
    FROM uservisits_1node
    WHERE (visitDate > '1980-01-01') AND (visitDate < '1980-04-01')
) USING pageURL
GROUP BY sourceIP
ORDER BY totalRevenue DESC
LIMIT 1

```

## WikiStat

См: <http://dumps.wikimedia.org/other/pagecounts-raw/>

Создание таблицы:

```

CREATE TABLE wikistat
(
    date Date,
    time DateTime,
    project String,
    subproject String,
    path String,
    hits UInt64,
    size UInt64
) ENGINE = MergeTree(date, (path, time), 8192);

```

Загрузка данных:

```

$ for i in {2007..2016}; do for j in {01..12}; do echo $i-$j >&2; curl -sSL "http://dumps.wikimedia.org/other/pagecounts-raw/$i/$i-$j" | grep -oE
'pagecounts-[0-9]+-[0-9]+\.gz'; done; done | sort | uniq | tee links.txt
$ cat links.txt | while read link; do wget http://dumps.wikimedia.org/other/pagecounts-raw/$(echo $link | sed -r 's/pagecounts-([0-9]{4})([0-9]{2})[0-9]{2}-[0-9]+\.gz\1/$(echo $link | sed -r 's/pagecounts-([0-9]{4})([0-9]{2})[0-9]{2}-[0-9]+\.gz\1-2\2/\$link; done
$ ls -1 /opt/wikistat/ | grep gz | while read i; do echo $i; gzip -cd /opt/wikistat/$i | ./wikistat-loader --time="$(echo -n $i | sed -r 's/pagecounts-([0-9]{4})([0-9]{2})([0-9]{2})-([0-9]{2})([0-9]{2}).gz\1-2\3 4-00-00/'" | clickhouse-client --query="INSERT INTO wikistat FORMAT
TabSeparated"; done

```

## Терабайт логов кликов от Criteo

Скачайте данные с <http://labs.criteo.com/downloads/download-terabyte-click-logs/>

Создайте таблицу для импорта лога:

```
CREATE TABLE criteo_log (date Date, clicked UInt8, int1 Int32, int2 Int32, int3 Int32, int4 Int32, int5 Int32, int6 Int32, int7 Int32, int8 Int32, int9 Int32, int10 Int32, int11 Int32, int12 Int32, int13 Int32, cat1 String, cat2 String, cat3 String, cat4 String, cat5 String, cat6 String, cat7 String, cat8 String, cat9 String, cat10 String, cat11 String, cat12 String, cat13 String, cat14 String, cat15 String, cat16 String, cat17 String, cat18 String, cat19 String, cat20 String, cat21 String, cat22 String, cat23 String, cat24 String, cat25 String, cat26 String) ENGINE = Log
```

Загрузите данные:

```
$ for i in {00..23}; do echo $i; zcat datasets/criteo/day_${i#0}.gz | sed -r 's/^/2000-01-${i/00/24}\n/' | clickhouse-client --host=example-perftest01j --query="INSERT INTO criteo_log FORMAT TabSeparated"; done
```

Создайте таблицу для сконвертированных данных:

```
CREATE TABLE criteo
(
    date Date,
    clicked UInt8,
    int1 Int32,
    int2 Int32,
    int3 Int32,
    int4 Int32,
    int5 Int32,
    int6 Int32,
    int7 Int32,
    int8 Int32,
    int9 Int32,
    int10 Int32,
    int11 Int32,
    int12 Int32,
    int13 Int32,
    icat1 UInt32,
    icat2 UInt32,
    icat3 UInt32,
    icat4 UInt32,
    icat5 UInt32,
    icat6 UInt32,
    icat7 UInt32,
    icat8 UInt32,
    icat9 UInt32,
    icat10 UInt32,
    icat11 UInt32,
    icat12 UInt32,
    icat13 UInt32,
    icat14 UInt32,
    icat15 UInt32,
    icat16 UInt32,
    icat17 UInt32,
    icat18 UInt32,
    icat19 UInt32,
    icat20 UInt32,
    icat21 UInt32,
    icat22 UInt32,
    icat23 UInt32,
    icat24 UInt32,
    icat25 UInt32,
    icat26 UInt32
) ENGINE = MergeTree(date, intHash32(icat1), (date, intHash32(icat1))), 8192
```

Преобразуем данные из сырого лога и положим во вторую таблицу:

```
INSERT INTO criteo SELECT date, clicked, int1, int2, int3, int4, int5, int6, int7, int8, int9, int10, int11, int12, int13,  
reinterpretAsUInt32(unhex(cat1)) AS icat1, reinterpretAsUInt32(unhex(cat2)) AS icat2, reinterpretAsUInt32(unhex(cat3)) AS icat3,  
reinterpretAsUInt32(unhex(cat4)) AS icat4, reinterpretAsUInt32(unhex(cat5)) AS icat5, reinterpretAsUInt32(unhex(cat6)) AS icat6,  
reinterpretAsUInt32(unhex(cat7)) AS icat7, reinterpretAsUInt32(unhex(cat8)) AS icat8, reinterpretAsUInt32(unhex(cat9)) AS icat9,  
reinterpretAsUInt32(unhex(cat10)) AS icat10, reinterpretAsUInt32(unhex(cat11)) AS icat11, reinterpretAsUInt32(unhex(cat12)) AS icat12,  
reinterpretAsUInt32(unhex(cat13)) AS icat13, reinterpretAsUInt32(unhex(cat14)) AS icat14, reinterpretAsUInt32(unhex(cat15)) AS icat15,  
reinterpretAsUInt32(unhex(cat16)) AS icat16, reinterpretAsUInt32(unhex(cat17)) AS icat17, reinterpretAsUInt32(unhex(cat18)) AS icat18,  
reinterpretAsUInt32(unhex(cat19)) AS icat19, reinterpretAsUInt32(unhex(cat20)) AS icat20, reinterpretAsUInt32(unhex(cat21)) AS icat21,  
reinterpretAsUInt32(unhex(cat22)) AS icat22, reinterpretAsUInt32(unhex(cat23)) AS icat23, reinterpretAsUInt32(unhex(cat24)) AS icat24,  
reinterpretAsUInt32(unhex(cat25)) AS icat25, reinterpretAsUInt32(unhex(cat26)) AS icat26 FROM criteo_log;
```

```
DROP TABLE criteo_log;
```

## Star Schema Benchmark

Компиляция dbgen:

```
$ git clone git@github.com:vadimtk/ssb-dbgem.git  
$ cd ssb-dbgem  
$ make
```

Генерация данных:

### ⚠ Внимание

-s 100 -- dbgen генерирует 600 миллионов строк (67 ГБ) -s 1000 -- dbgen генерирует 6 миллиардов строк (занимает много времени)

```
$ ./dbgen -s 1000 -T c  
$ ./dbgen -s 1000 -T l  
$ ./dbgen -s 1000 -T p  
$ ./dbgen -s 1000 -T s  
$ ./dbgen -s 1000 -T d
```

Создание таблиц в Кликхауз:

```

CREATE TABLE customer
(
    C_CUSTKEY      UInt32,
    C_NAME         String,
    C_ADDRESS       String,
    C_CITY          LowCardinality(String),
    C_NATION        LowCardinality(String),
    C_REGION        LowCardinality(String),
    C_PHONE         String,
    C_MKTSEGMENT   LowCardinality(String)
)
ENGINE = MergeTree ORDER BY (C_CUSTKEY);

CREATE TABLE lineorder
(
    LO_ORDERKEY      UInt32,
    LO_LINENUMBER    UInt8,
    LO_CUSTKEY       UInt32,
    LO_PARTKEY       UInt32,
    LO_SUPPKEY       UInt32,
    LO_ORDERDATE     Date,
    LO_ORDERPRIORITY LowCardinality(String),
    LO_SHIPPRIORITY  UInt8,
    LO_QUANTITY      UInt8,
    LO_EXTENDEDPRICE UInt32,
    LO_ORDTOTALPRICE UInt32,
    LO_DISCOUNT      UInt8,
    LO_REVENUE       UInt32,
    LO_SUPPLYCOST    UInt32,
    LO_TAX           UInt8,
    LO_COMMITDATE    Date,
    LO_SHIPMODE      LowCardinality(String)
)
ENGINE = MergeTree PARTITION BY toYear(LO_ORDERDATE) ORDER BY (LO_ORDERDATE, LO_ORDERKEY);

CREATE TABLE part
(
    P_PARTKEY      UInt32,
    P_NAME         String,
    P_MFGR          LowCardinality(String),
    P_CATEGORY      LowCardinality(String),
    P_BRAND         LowCardinality(String),
    P_COLOR          LowCardinality(String),
    P_TYPE          LowCardinality(String),
    P_SIZE           UInt8,
    P_CONTAINER     LowCardinality(String)
)
ENGINE = MergeTree ORDER BY P_PARTKEY;

CREATE TABLE supplier
(
    S_SUPPKEY      UInt32,
    S_NAME         String,
    S_ADDRESS       String,
    S_CITY          LowCardinality(String),
    S_NATION        LowCardinality(String),
    S_REGION        LowCardinality(String),
    S_PHONE         String
)
ENGINE = MergeTree ORDER BY S_SUPPKEY;

```

Вставка данных:

```

$ clickhouse-client --query "INSERT INTO customer FORMAT CSV" < customer.tbl
$ clickhouse-client --query "INSERT INTO part FORMAT CSV" < part.tbl
$ clickhouse-client --query "INSERT INTO supplier FORMAT CSV" < supplier.tbl
$ clickhouse-client --query "INSERT INTO lineorder FORMAT CSV" < lineorder.tbl

```

Конвертация схемы-звезда в денормализованную плоскую схему:

```

SET max_memory_usage = 20000000000, allow_experimental_multiple_joins_emulation = 1;
CREATE TABLE lineorder_flat
ENGINE = MergeTree
PARTITION BY toYear(LO_ORDERDATE)
ORDER BY (LO_ORDERDATE, LO_ORDERKEY) AS
SELECT
    I.LO_ORDERKEY AS LO_ORDERKEY,
    I.LO_LINENUMBER AS LO_LINENUMBER,
    I.LO_CUSTKEY AS LO_CUSTKEY,
    I.LO_PARTKEY AS LO_PARTKEY,
    I.LO_SUPPKEY AS LO_SUPPKEY,
    I.LO_ORDERDATE AS LO_ORDERDATE,
    I.LO_ORDERPRIORITY AS LO_ORDERPRIORITY,
    I.LO_SHIPPRIORITY AS LO_SHIPPRIORITY,
    I.LO_QUANTITY AS LO_QUANTITY,
    I.LO_EXTENDEDPRICE AS LO_EXTENDEDPRICE,
    I.LO_ORDTOTALPRICE AS LO_ORDTOTALPRICE,
    I.LO_DISCOUNT AS LO_DISCOUNT,
    I.LO_REVENUE AS LO_REVENUE,
    I.LO_SUPPLYCOST AS LO_SUPPLYCOST,
    I.LO_TAX AS LO_TAX,
    I.LO_COMMITDATE AS LO_COMMITDATE,
    I.LO_SHIPMODE AS LO_SHIPMODE,
    c.C_NAME AS C_NAME,
    c.C_ADDRESS AS C_ADDRESS,
    c.C_CITY AS C_CITY,
    c.C_NATION AS C_NATION,
    c.C_REGION AS C_REGION,
    c.C_PHONE AS C_PHONE,
    c.C_MKTSEGMENT AS C_MKTSEGMENT,
    s.S_NAME AS S_NAME,
    s.S_ADDRESS AS S_ADDRESS,
    s.S_CITY AS S_CITY,
    s.S_NATION AS S_NATION,
    s.S_REGION AS S_REGION,
    s.S_PHONE AS S_PHONE,
    p.P_NAME AS P_NAME,
    p.P_MFGR AS P_MFGR,
    p.P_CATEGORY AS P_CATEGORY,
    p.P_BRAND AS P_BRAND,
    p.P_COLOR AS P_COLOR,
    p.P_TYPE AS P_TYPE,
    p.P_SIZE AS P_SIZE,
    p.P_CONTAINER AS P_CONTAINER
FROM lineorder AS I
INNER JOIN customer AS c ON c.C_CUSTKEY = I.LO_CUSTKEY
INNER JOIN supplier AS s ON s.S_SUPPKEY = I.LO_SUPPKEY
INNER JOIN part AS p ON p.P_PARTKEY = I.LO_PARTKEY;

```

Running the queries:

Q1.1

```

SELECT sum(LO_EXTENDEDPRICE * LO_DISCOUNT) AS revenue
FROM lineorder_flat
WHERE toYear(LO_ORDERDATE) = 1993 AND LO_DISCOUNT BETWEEN 1 AND 3 AND LO_QUANTITY < 25;

```

Q1.2

```

SELECT sum(LO_EXTENDEDPRICE * LO_DISCOUNT) AS revenue
FROM lineorder_flat
WHERE toYYYYMM(LO_ORDERDATE) = 199401 AND LO_DISCOUNT BETWEEN 4 AND 6 AND LO_QUANTITY BETWEEN 26 AND 35;

```

Q1.3

```

SELECT sum(LO_EXTENDEDPRICE * LO_DISCOUNT) AS revenue
FROM lineorder_flat
WHERE toISOWeek(LO_ORDERDATE) = 6 AND toYear(LO_ORDERDATE) = 1994
AND LO_DISCOUNT BETWEEN 5 AND 7 AND LO_QUANTITY BETWEEN 26 AND 35;

```

Q2.1

```

SELECT
    sum(LO_REVENUE),
    toYear(LO_ORDERDATE) AS year,
    P_BRAND
FROM lineorder_flat
WHERE P_CATEGORY = 'MFGR#12' AND S_REGION = 'AMERICA'
GROUP BY
    year,
    P_BRAND
ORDER BY
    year,
    P_BRAND;

```

Q2.2

```

SELECT
    sum(LO_REVENUE),
    toYear(LO_ORDERDATE) AS year,
    P_BRAND
FROM lineorder_flat
WHERE P_BRAND >= 'MFGR#2221' AND P_BRAND <= 'MFGR#2228' AND S_REGION = 'ASIA'
GROUP BY
    year,
    P_BRAND
ORDER BY
    year,
    P_BRAND;

```

Q2.3

```

SELECT
    sum(LO_REVENUE),
    toYear(LO_ORDERDATE) AS year,
    P_BRAND
FROM lineorder_flat
WHERE P_BRAND = 'MFGR#2239' AND S_REGION = 'EUROPE'
GROUP BY
    year,
    P_BRAND
ORDER BY
    year,
    P_BRAND;

```

Q3.1

```

SELECT
    C_NATION,
    S_NATION,
    toYear(LO_ORDERDATE) AS year,
    sum(LO_REVENUE) AS revenue
FROM lineorder_flat
WHERE C_REGION = 'ASIA' AND S_REGION = 'ASIA' AND year >= 1992 AND year <= 1997
GROUP BY
    C_NATION,
    S_NATION,
    year
ORDER BY
    year ASC,
    revenue DESC;

```

### Q3.2

```
SELECT
    C_CITY,
    S_CITY,
    toYear(LO_ORDERDATE) AS year,
    sum(LO_REVENUE) AS revenue
FROM lineorder_flat
WHERE C_NATION = 'UNITED STATES' AND S_NATION = 'UNITED STATES' AND year >= 1992 AND year <= 1997
GROUP BY
    C_CITY,
    S_CITY,
    year
ORDER BY
    year ASC,
    revenue DESC;
```

### Q3.3

```
SELECT
    C_CITY,
    S_CITY,
    toYear(LO_ORDERDATE) AS year,
    sum(LO_REVENUE) AS revenue
FROM lineorder_flat
WHERE (C_CITY = 'UNITED KI1' OR C_CITY = 'UNITED KI5') AND (S_CITY = 'UNITED KI1' OR S_CITY = 'UNITED KI5') AND year >= 1992
AND year <= 1997
GROUP BY
    C_CITY,
    S_CITY,
    year
ORDER BY
    year ASC,
    revenue DESC;
```

### Q3.4

```
SELECT
    C_CITY,
    S_CITY,
    toYear(LO_ORDERDATE) AS year,
    sum(LO_REVENUE) AS revenue
FROM lineorder_flat
WHERE (C_CITY = 'UNITED KI1' OR C_CITY = 'UNITED KI5') AND (S_CITY = 'UNITED KI1' OR S_CITY = 'UNITED KI5') AND
toYYYYMM(LO_ORDERDATE) = 199712
GROUP BY
    C_CITY,
    S_CITY,
    year
ORDER BY
    year ASC,
    revenue DESC;
```

### Q4.1

```
SELECT
    toYear(LO_ORDERDATE) AS year,
    C_NATION,
    sum(LO_REVENUE - LO_SUPPLYCOST) AS profit
FROM lineorder_flat
WHERE C_REGION = 'AMERICA' AND S_REGION = 'AMERICA' AND (P_MFGR = 'MFGR#1' OR P_MFGR = 'MFGR#2')
GROUP BY
    year,
    C_NATION
ORDER BY
    year ASC,
    C_NATION ASC;
```

## Q4.2

```
SELECT
    toYear(LO_ORDERDATE) AS year,
    S_NATION,
    P_CATEGORY,
    sum(LO_REVENUE - LO_SUPPLYCOST) AS profit
FROM lineorder_flat
WHERE C_REGION = 'AMERICA' AND S_REGION = 'AMERICA' AND (year = 1997 OR year = 1998) AND (P_MFGR = 'MFGR#1' OR P_MFGR
= 'MFGR#2')
GROUP BY
    year,
    S_NATION,
    P_CATEGORY
ORDER BY
    year ASC,
    S_NATION ASC,
    P_CATEGORY ASC;
```

## Q4.3

```
SELECT
    toYear(LO_ORDERDATE) AS year,
    S_CITY,
    P_BRAND,
    sum(LO_REVENUE - LO_SUPPLYCOST) AS profit
FROM lineorder_flat
WHERE S_NATION = 'UNITED STATES' AND (year = 1997 OR year = 1998) AND P_CATEGORY = 'MFGR#14'
GROUP BY
    year,
    S_CITY,
    P_BRAND
ORDER BY
    year ASC,
    S_CITY ASC,
    P_BRAND ASC;
```

## Анонимизированные данные Яндекс.Метрики

Датасет состоит из двух таблиц, содержащих анонимизированные данные о хитах (`hits_v1`) и визитах (`visits_v1`) Яндекс.Метрики. Каждую из таблиц можно скачать в виде сжатого `.tsv.xz`-файла или в виде уже готовых партиций. Также можно скачать расширенную версию таблицы `hits`, содержащую 100 миллионов строк в виде [архива с файлами TSV](#) и в виде [готовых партиций](#).

### Получение таблиц из партиций

Скачивание и импортование партиций `hits`:

```
$ curl -O https://clickhouse-datasets.s3.yandex.net/hits/partitions/hits_v1.tar
$ tar xvf hits_v1.tar -C /var/lib/clickhouse # путь к папке с данными ClickHouse
$ # убедитесь, что установлены корректные права доступа на файлы
$ sudo service clickhouse-server restart
$ clickhouse-client --query "SELECT COUNT(*) FROM datasets.hits_v1"
```

Скачивание и импортование партиций `visits`:

```
$ curl -O https://clickhouse-datasets.s3.yandex.net/visits/partitions/visits_v1.tar
$ tar xvf visits_v1.tar -C /var/lib/clickhouse # путь к папке с данными ClickHouse
$ # убедитесь, что установлены корректные права доступа на файлы
$ sudo service clickhouse-server restart
$ clickhouse-client --query "SELECT COUNT(*) FROM datasets.visits_v1"
```

## Получение таблиц из сжатых tsv-файлов

### Скачивание и импортование hits из сжатого tsv-файла

```
$ curl https://clickhouse-datasets.s3.yandex.net/hits/tsv/hits_v1.tsv.xz | unxz --threads=`nproc` > hits_v1.tsv
$ # теперь создадим таблицу
$ clickhouse-client --query "CREATE DATABASE IF NOT EXISTS datasets"
$ clickhouse-client --query "CREATE TABLE datasets.hits_v1 ( WatchID UInt64, JavaEnable UInt8, Title String, GoodEvent Int16, EventTime
DateTime, EventDate Date, CounterID UInt32, ClientIP UInt32, ClientIP6 FixedString(16), RegionID UInt32, UserID UInt64, CounterClass
Int8, OS UInt8, UserAgent UInt8, URL String, Referer String, URLDomain String, RefererDomain String, Refresh UInt8, IsRobot UInt8,
RefererCategories Array(UInt16), URLCategories Array(UInt16), URLRegions Array(UInt32), RefererRegions Array(UInt32), ResolutionWidth
UInt16, ResolutionHeight UInt16, ResolutionDepth UInt8, FlashMajor UInt8, FlashMinor UInt8, FlashMinor2 String, NetMajor UInt8, NetMinor
UInt8, UserAgentMajor UInt16, UserAgentMinor FixedString(2), CookieEnable UInt8, JavascriptEnable UInt8, IsMobile UInt8, MobilePhone
UInt8, MobilePhoneModel String, Params String, IPNetworkID UInt32, TraficSourceID Int8, SearchEnginID UInt16, SearchPhrase String,
AdvEngineID UInt8, IsArtifical UInt8, WindowClientWidth UInt16, WindowClientHeight UInt16, ClientTimeZone Int16, ClientEventTime
DateTime, SilverlightVersion1 UInt8, SilverlightVersion2 UInt8, SilverlightVersion3 UInt32, SilverlightVersion4 UInt16, PageCharset String,
CodeVersion UInt32, IsLink UInt8, IsDownload UInt8, IsNotBounce UInt8, FUniqID UInt64, HID UInt32, IsOldCounter UInt8, IsEvent UInt8,
IsParameter UInt8, DontCountHits UInt8, WithHash UInt8, HitColor FixedString(1), UTCEventTime DateTime, Age UInt8, Sex UInt8, Income
UInt8, Interests UInt16, Robotness UInt8, GenerallInterests Array(UInt16), RemoteIP UInt32, RemoteIP6 FixedString(16), WindowName Int32,
OpenerName Int32, HistoryLength Int16, BrowserLanguage FixedString(2), BrowserCountry FixedString(2), SocialNetwork String,
SocialAction String, HTTPError UInt16, SendTiming Int32, DNSTiming Int32, ConnectTiming Int32, ResponseStartTiming Int32,
ResponseEndTiming Int32, FetchTiming Int32, RedirectTiming Int32, DOMInteractiveTiming Int32, DOMContentLoadedTiming Int32,
DOMCompleteTiming Int32, LoadEventStartTiming Int32, LoadEventEndTiming Int32, NStoDOMContentLoadedTiming Int32, FirstPaintTiming
Int32, RedirectCount Int8, SocialSourceNetworkID UInt8, SocialSourcePage String, ParamPrice Int64, ParamOrderID String, ParamCurrency
FixedString(3), ParamCurrencyID UInt16, GoalsReached Array(UInt32), OpenstatServiceName String, OpenstatCampaignID String,
OpenstatAdID String, OpenstatSourceID String, UTMSource String, UTMMedium String, UTMCampaign String, UTMContent String, UTMTerm
String, FromTag String, HasGCLID UInt8, RefererHash UInt64, URLHash UInt64, CLID UInt32, YCLID UInt64, ShareService String,
ShareURL String, ShareTitle String, ParsedParams Nested(Key1 String, Key2 String, Key3 String, Key4 String, Key5 String, ValueDouble
Float64), IslandID FixedString(16), RequestNum UInt32, RequestTry UInt8) ENGINE = MergeTree() PARTITION BY toYYYYMM(EventDate)
ORDER BY (CounterID, EventDate, intHash32(UserID)) SAMPLE BY intHash32(UserID) SETTINGS index_granularity = 8192"
$ # импортируем данные
$ cat hits_v1.tsv | clickhouse-client --query "INSERT INTO datasets.hits_v1 FORMAT TSV" --max_insert_block_size=100000
$ # дополнительно можно оптимизировать таблицу
$ clickhouse-client --query "OPTIMIZE TABLE datasets.hits_v1 FINAL"
$ clickhouse-client --query "SELECT COUNT(*) FROM datasets.hits_v1"
```

### Скачивание и импортование visits из сжатого tsv-файла

```

$ curl https://clickhouse-datasets.s3.yandex.net/visits/tsv/visits_v1.tsv.xz | unxz --threads=`nproc` > visits_v1.tsv
$ # теперь создадим таблицу
$ clickhouse-client --query "CREATE DATABASE IF NOT EXISTS datasets"
$ clickhouse-client --query "CREATE TABLE datasets.visits_v1 ( CounterID UInt32, StartDate Date, Sign Int8, IsNew UInt8, VisitID UInt64, UserID UInt64, StartTime DateTime, Duration UInt32, UTCStartTime DateTime, PageViews Int32, Hits Int32, IsBounce UInt8, Referer String, StartURL String, RefererDomain String, StartURLDomain String, EndURL String, LinkURL String, IsDownload UInt8, TraficSourceID UInt8, SearchEngineID UInt16, SearchPhrase String, AdvEngineID UInt8, PlaceID UInt32, RefererCategories Array(UInt16), URLCategories Array(UInt16), URLRegions Array(UInt32), RefererRegions Array(UInt32), IsYandex UInt8, GoalReachesDepth UInt32, GoalReachesURL UInt32, GoalReachesAny UInt32, SocialSourceNetworkID UInt8, SocialSourcePage String, MobilePhoneModel String, ClientEventTime DateTime, RegionID UInt32, ClientIP UInt32, ClientIP6 FixedString(16), RemoteIP UInt32, RemoteIP6 FixedString(16), IPNetworkID UInt32, SilverlightVersion3 UInt32, CodeVersion UInt32, ResolutionWidth UInt16, ResolutionHeight UInt16, UserAgentMajor UInt16, UserAgentMinor UInt16, WindowClientWidth UInt16, WindowClientHeight UInt16, SilverlightVersion2 UInt8, SilverlightVersion4 UInt16, FlashVersion3 UInt16, FlashVersion4 UInt16, ClientTimeZone UInt16, OS UInt8, UserAgent UInt8, ResolutionDepth UInt8, FlashMajor UInt8, FlashMinor UInt8, NetMajor UInt8, NetMinor UInt8, MobilePhone UInt8, SilverlightVersion1 UInt8, Age UInt8, Sex UInt8, Income UInt8, JavaEnable UInt8, CookieEnable UInt8, JavascriptEnable UInt8, IsMobile UInt8, BrowserLanguage UInt16, BrowserCountry UInt16, Interests UInt16, Robotness UInt8, GeneralInterests Array(UInt16), Params Array(String), Goals Nested(ID UInt32, Serial UInt32, EventTime DateTime, Price Int64, OrderID String, CurrencyID UInt32), WatchIDs Array(UInt64), ParamSumPrice Int64, ParamCurrency FixedString(3), ParamCurrencyID UInt16, ClickLogID UInt64, ClickEventID UInt32, ClickGoodEvent UInt32, ClickEventTime DateTime, ClickPriorityID UInt32, ClickPhraseID UInt32, ClickPageID UInt32, ClickPlaceID UInt32, ClickTypeID UInt32, ClickResourceID UInt32, ClickCost UInt32, ClickClientIP UInt32, ClickDomainID UInt32, ClickURL String, ClickAttempt UInt8, ClickOrderID UInt32, ClickBannerID UInt32, ClickMarketCategoryID UInt32, ClickMarketPP UInt32, ClickMarketCategoryName String, ClickMarketPPName String, ClickAWAPSCampaignName String, ClickPageName String, ClickTargetType UInt16, ClickTargetPhraseID UInt64, ClickContextType UInt8, ClickSelectType Int8, ClickOptions String, ClickGroupBannerID UInt32, OpenstatServiceName String, OpenstatCampaignID String, OpenstatAdID String, OpenstatSourceID String, UTMSource String, UTMMedium String, UTMCampaign String, UTMContent String, UTMTerm String, FromTag String, HasGCLID UInt8, FirstVisit DateTime, PredLastVisit Date, LastVisit Date, TotalVisits UInt32, TraficSource Nested(ID UInt8, SearchEngineID UInt16, AdvEngineID UInt8, PlaceID UInt16, SocialSourceNetworkID UInt8, Domain String, SearchPhrase String, SocialSourcePage String), Attendance FixedString(16), CLID UInt32, YCLID UInt64, NormalizedRefererHash UInt64, SearchPhraseHash UInt64, RefererDomainHash UInt64, NormalizedStartURLHash UInt64, StartURLDomainHash UInt64, NormalizedEndURLHash UInt64, TopLevelDomain UInt64, URLscheme UInt64, OpenstatServiceNameHash UInt64, OpenstatCampaignIDHash UInt64, OpenstatAdIDHash UInt64, OpenstatSourceIDHash UInt64, UTMSourceHash UInt64, UTMMediumHash UInt64, UTMCampaignHash UInt64, UTMContentHash UInt64, UTMTermHash UInt64, FromHash UInt64, WebVisorEnabled UInt8, WebVisorActivity UInt32, ParsedParams Nested(Key1 String, Key2 String, Key3 String, Key4 String, Key5 String, ValueDouble Float64), Market Nested(Type UInt8, GoalID UInt32, OrderID String, OrderPrice Int64, PP UInt32, DirectPlaceID UInt32, DirectOrderID UInt32, DirectBannerID UInt32, GoodID String, GoodName String, GoodQuantity Int32, GoodPrice Int64), IslandID FixedString(16)) ENGINE = CollapsingMergeTree(StartDate, intHash32(UserID), (CounterID, StartDate, intHash32(UserID), VisitID, 8192, Sign))"

$ # импортируем данные
$ cat visits_v1.tsv | clickhouse-client --query "INSERT INTO datasets.visits_v1 FORMAT TSV" --max_insert_block_size=100000
$ # дополнительно можно оптимизировать таблицу
$ clickhouse-client --query "OPTIMIZE TABLE datasets.visits_v1 FINAL"
$ clickhouse-client --query "SELECT COUNT(*) FROM datasets.visits_v1"

```

## Запросы

Примеры запросов к этим таблицам (они называются `test.hits` и `test.visits`) можно найти среди [stateful тестов](#) и в некоторых [performance тестах](#) ClickHouse.

## Интерфейсы

ClickHouse предоставляет два сетевых интерфейса (оба могут быть дополнительно обернуты в TLS для дополнительной безопасности):

- [HTTP](#), который задокументирован и прост для использования напрямую;
- [Native TCP](#), который имеет меньше накладных расходов.

В большинстве случаев рекомендуется использовать подходящий инструмент или библиотеку, а не напрямую взаимодействовать с ClickHouse по сути. Официально поддерживаемые Яндексом:

- [Консольный клиент](#);
- [JDBC-драйвер](#);
- [ODBC-драйвер](#);
- [C++ клиентская библиотека](#).

Существует также широкий спектр сторонних библиотек для работы с ClickHouse:

- Клиентские библиотеки;
- Библиотеки для интеграции;
- Визуальные интерфейсы.

## Клиент командной строки

ClickHouse предоставляет собственный клиент командной строки: `clickhouse-client`. Клиент поддерживает запуск с аргументами командной строки и с конфигурационными файлами. Подробнее читайте в разделе [Конфигурирование](#).

Клиент устанавливается пакетом `clickhouse-client` и запускается командой `clickhouse-client`.

```
$ clickhouse-client
ClickHouse client version 19.17.1.1579 (official build).
Connecting to localhost:9000 as user default.
Connected to ClickHouse server version 19.17.1 revision 54428.

:)
```

Клиенты и серверы различных версий совместимы, однако если клиент старее сервера, то некоторые новые функции могут быть недоступны. Мы рекомендуем использовать одинаковые версии клиента и сервера. При подключении клиента к более новому серверу `clickhouse-client` выводит сообщение:

```
ClickHouse client version is older than ClickHouse server. It may lack support for new features.
```

## Использование

Клиент может быть использован в интерактивном и не интерактивном (`batch`) режиме. Чтобы использовать `batch` режим, укажите параметр `query`, или отправьте данные в `stdin` (проверяется, что `stdin` - не терминал), или и то, и другое. Аналогично HTTP интерфейсу, при использовании одновременно параметра `query` и отправке данных в `stdin`, запрос составляется из конкатенации параметра `query`, перевода строки, и данных в `stdin`. Это удобно для больших `INSERT` запросов.

Примеры использования клиента для вставки данных:

```
$ echo -ne "1, 'some text', '2016-08-14 00:00:00'\n2, 'some more text', '2016-08-14 00:00:01'" | clickhouse-client --database=test --query="INSERT INTO test FORMAT CSV";  
  
$ cat <<_EOF | clickhouse-client --database=test --query="INSERT INTO test FORMAT CSV";  
3, 'some text', '2016-08-14 00:00:00'  
4, 'some more text', '2016-08-14 00:00:01'  
_EOF  
  
$ cat file.csv | clickhouse-client --database=test --query="INSERT INTO test FORMAT CSV";
```

В `batch` режиме в качестве формата данных по умолчанию используется формат `TabSeparated`. Формат может быть указан в секции `FORMAT` запроса.

По умолчанию, в `batch` режиме вы можете выполнить только один запрос. Чтобы выполнить несколько запросов из "скрипта", используйте параметр `--multiquery`. Это работает для всех запросов кроме `INSERT`. Результаты запросов выводятся подряд без дополнительных разделителей. Также, при необходимости выполнить много запросов, вы можете запускать `clickhouse-client` на каждый запрос. Заметим, что запуск программы `clickhouse-client` может занимать десятки миллисекунд.

В интерактивном режиме, вы получите командную строку, в которую можно вводить запросы.

Если не указано `multiline` (по умолчанию): Чтобы выполнить запрос, нажмите `Enter`. Точка с запятой на конце запроса не обязательна. Чтобы ввести запрос, состоящий из нескольких строк, перед переводом строки, введите символ обратного слеша: `\` - тогда после нажатия `Enter`, вам предложат ввести следующую строку запроса.

Если указано `multiline` (многострочный режим): Чтобы выполнить запрос, завершите его точкой с запятой и нажмите `Enter`. Если в конце введённой строки не было точки с запятой, то вам предложат ввести следующую строку запроса.

Исполняется только один запрос, поэтому всё, что введено после точки с запятой, игнорируется.

Вместо или после точки с запятой может быть указано `\G`. Это обозначает использование формата `Vertical`. В этом формате каждое значение выводится на отдельной строке, что удобно для широких таблиц. Столь необычная функциональность добавлена для совместимости с MySQL CLI.

Командная строка сделана на основе `readline` (и `history`) (или `libedit`, или без какой-либо библиотеки, в зависимости от сборки) - то есть, в ней работают привычные сочетания клавиш, а также присутствует история. История пишется в `~/.clickhouse-client-history`.

По умолчанию, в качестве формата, используется формат `PrettyCompact` (красивые таблички). Вы можете изменить формат с помощью секции `FORMAT` запроса, или с помощью указания `\G` на конце запроса, с помощью аргумента командной строки `--format` или `--vertical`, или с помощью конфигурационного файла клиента.

Чтобы выйти из клиента, нажмите `Ctrl+D` (или `Ctrl+C`), или наберите вместо запроса одно из: "exit", "quit", "logout", "учше", "йгше", "дщпщге", "exit;", "quit;", "logout;", "учшеж", "йгшеж", "дщпщгеж", "q", "Й", "q", "Q", ":q", "й", "Й", "ЖЙ"

При выполнении запроса, клиент показывает:

1. Прогресс выполнение запроса, который обновляется не чаще, чем 10 раз в секунду (по умолчанию). При быстрых запросах, прогресс может не успеть отобразиться.
2. Отформатированный запрос после его парсинга - для отладки.
3. Результат в заданном формате.
4. Количество строк результата, прошедшее время, а также среднюю скорость выполнения запроса.

Вы можете прервать длинный запрос, нажав `Ctrl+C`. При этом вам всё равно придётся чуть-чуть подождать, пока сервер остановит запрос. На некоторых стадиях выполнения, запрос невозможно прервать. Если вы не дождётесь и нажмёте `Ctrl+C` второй раз, то клиент будет завершён.

Клиент командной строки позволяет передать внешние данные (внешние временные таблицы) для использования запроса. Подробнее смотрите раздел "Внешние данные для обработки запроса"

## Запросы с параметрами

Вы можете создать запрос с параметрами и передавать в них значения из приложения. Это позволяет избежать форматирования запросов на стороне клиента, если известно, какие из параметров запроса динамически меняются. Например:

```
clickhouse-client --param_parName="[1, 2]" -q "SELECT * FROM table WHERE a = {parName:Array(UInt16)}"
```

## СИНТАКСИС ЗАПРОСА

Отформатируйте запрос обычным способом. Представьте значения, которые вы хотите передать из параметров приложения в запрос в следующем формате:

```
{<name>:<data type>}
```

- `name` — идентификатор подстановки. В консольном клиенте его следует использовать как часть имени параметра `--param_<name> = value`.
- `data type` — [типа данных](#) значения. Например, структура данных (`integer`, (`'string'`, `integer`)) может иметь тип данных `Tuple(UInt8, Tuple(String, UInt8))` ([целочисленный](#) тип может быть и другим).

## ПРИМЕР

```
$ clickhouse-client --param_tuple_in_tuple="(10, ('dt', 10))" -q "SELECT * FROM table WHERE val = {tuple_in_tuple:Tuple(UInt8, Tuple(String, UInt8))}"
```

## Конфигурирование

В `clickhouse-client` можно передавать различные параметры (все параметры имеют значения по умолчанию) с помощью:

- Командной строки.

Параметры командной строки переопределяют значения по умолчанию и параметры конфигурационных файлов.

- Конфигурационных файлов.

Параметры в конфигурационных файлах переопределяют значения по умолчанию.

## Параметры командной строки

- `--host`, `-h` — имя сервера, по умолчанию — `localhost`. Вы можете использовать как имя, так и IPv4 или IPv6 адрес.
- `--port` — порт, к которому соединяться, по умолчанию — 9000. Замечу, что для HTTP и родного интерфейса используются разные порты.
- `--user`, `-u` — имя пользователя, по умолчанию — `default`.
- `--password` — пароль, по умолчанию — пустая строка.
- `--query`, `-q` — запрос для выполнения, при использовании в неинтерактивном режиме.
- `--database`, `-d` — выбрать текущую БД, по умолчанию — текущая БД из настроек сервера (по умолчанию — БД `default`).
- `--multiline`, `-m` — если указано — разрешить многострочные запросы, не отправлять запрос по нажатию Enter.
- `--multiquery`, `-n` — если указано — разрешить выполнять несколько запросов, разделённых точкой с запятой.
- `--format`, `-f` — использовать указанный формат по умолчанию для вывода результата.
- `--vertical`, `-E` — если указано, использовать формат Vertical по умолчанию для вывода результата. То же самое, что `--format=Vertical`. В этом формате каждое значение выводится на отдельной строке, что удобно для отображения широких таблиц.
- `--time`, `-t` — если указано, в неинтерактивном режиме вывести время выполнения запроса в `stderr`.
- `--stacktrace` — если указано, в случае исключения, выводить также его стек трейс.
- `--config-file` — имя конфигурационного файла.
- `--secure` — если указано, будет использован безопасный канал.
- `--param_<name>` — значение параметра для [запроса с параметрами](#).

## Конфигурационные файлы

`clickhouse-client` использует первый существующий файл из:

- Определенного параметром `--config-file`.

- ./clickhouse-client.xml
- ~/.clickhouse-client/config.xml
- /etc/clickhouse-client/config.xml

Пример конфигурационного файла:

```
<config>
  <user>username</user>
  <password>password</password>
  <secure>False</secure>
</config>
```

## Родной интерфейс (TCP)

Нативный протокол используется в [клиенте командной строки](#), для взаимодействия между серверами во время обработки распределенных запросов, а также в других программах на C++. К сожалению, у родного протокола ClickHouse пока нет формальной спецификации, но в нем можно разобраться с использованием исходного кода ClickHouse (начиная с [примерно этого места](#)) и/или путем перехвата и анализа TCP трафика.

## HTTP-интерфейс

HTTP интерфейс позволяет использовать ClickHouse на любой платформе, из любого языка программирования. У нас он используется для работы из Java и Perl, а также из shell-скриптов. В других отделах, HTTP интерфейс используется из Perl, Python и Go. HTTP интерфейс более ограничен по сравнению с родным интерфейсом, но является более совместимым.

По умолчанию, clickhouse-server слушает HTTP на порту 8123 (это можно изменить в конфиге). Если запросить GET / без параметров, то вернётся строка "Ok." (с переводом строки на конце). Это может быть использовано в скриптах проверки живости.

```
$ curl 'http://localhost:8123/'  
Ok.
```

Запрос отправляется в виде параметра URL query. Или POST-ом. Или начало запроса в параметре query, а продолжение POST-ом (зачем это нужно, будет объяснено ниже). Размер URL ограничен 16KB, это следует учитывать при отправке больших запросов.

В случае успеха, вам вернётся код ответа 200 и результат обработки запроса в теле ответа. В случае ошибки, вам вернётся код ответа 500 и текст с описанием ошибки в теле ответа.

При использовании метода GET, выставляется настройка `readonly`. То есть, для запросов, модифицирующие данные, можно использовать только метод POST. Сам запрос при этом можно отправлять как в теле POST-а, так и в параметре URL.

Примеры:

```
$ curl 'http://localhost:8123/?query=SELECT%201'
1

$ wget -O- -q 'http://localhost:8123/?query=SELECT 1'
1

$ echo -ne 'GET /?query=SELECT%201 HTTP/1.0\r\n\r\n' | nc localhost 8123
HTTP/1.0 200 OK
Date: Wed, 27 Nov 2019 10:30:18 GMT
Connection: Close
Content-Type: text/tab-separated-values; charset=UTF-8
X-ClickHouse-Server-Display-Name: clickhouse.ru-central1.internal
X-ClickHouse-Query-Id: 5abe861c-239c-467f-b955-8a201abb8b7f
X-ClickHouse-Summary: {"read_rows":"0","read_bytes":"0","written_rows":"0","written_bytes":"0","total_rows_to_read":"0"}

1
```

Как видно, curl немного неудобен тем, что надо URL-эскейпить пробелы. Хотя wget сам всё эскейпит, но его не рекомендуется использовать, так как он плохо работает по HTTP 1.1 при использовании keep-alive и Transfer-Encoding: chunked.

```
$ echo 'SELECT 1' | curl 'http://localhost:8123/' --data-binary @@
1

$ echo 'SELECT 1' | curl 'http://localhost:8123/?query=' --data-binary @@
1

$ echo '1' | curl 'http://localhost:8123/?query=SELECT' --data-binary @@
1
```

Если часть запроса отправляется в параметре, а часть POST-ом, то между этими двумя кусками данных ставится перевод строки. Пример (так работать не будет):

```
$ echo 'ECT 1' | curl 'http://localhost:8123/?query=SEL' --data-binary @@
Code: 59, e.displayText() = DB::Exception: Syntax error: failed at position 0: SEL
ECT 1
, expected One of: SHOW TABLES, SHOW DATABASES, SELECT, INSERT, CREATE, ATTACH, RENAME, DROP, DETACH, USE, SET,
OPTIMIZE., e.what() = DB::Exception
```

По умолчанию, данные возвращаются в формате TabSeparated (подробнее смотри раздел "Форматы"). Можно попросить любой другой формат - с помощью секции FORMAT запроса.

```
$ echo 'SELECT 1 FORMAT Pretty' | curl 'http://localhost:8123/?' --data-binary @@
```



Возможность передавать данные POST-ом нужна для INSERT-запросов. В этом случае вы можете написать начало запроса в параметре URL, а вставляемые данные передать POST-ом. Вставляемыми данными может быть, например, tab-separated дамп, полученный из MySQL. Таким образом, запрос INSERT заменяет LOAD DATA LOCAL INFILE из MySQL.

Примеры: Создаём таблицу:

```
$ echo 'CREATE TABLE t (a UInt8) ENGINE = Memory' | curl 'http://localhost:8123/' --data-binary @@
```

Используем привычный запрос INSERT для вставки данных:

```
$ echo 'INSERT INTO t VALUES (1),(2),(3)' | curl 'http://localhost:8123/' --data-binary @@
```

Данные можно отправить отдельно от запроса:

```
$ echo '(4),(5),(6)' | curl 'http://localhost:8123/?query=INSERT%20INTO%20t%20VALUES' --data-binary @-
```

Можно указать любой формат для данных. Формат Values - то же, что используется при записи INSERT INTO t VALUES:

```
$ echo '(7),(8),(9)' | curl 'http://localhost:8123/?query=INSERT%20INTO%20t%20FORMAT%20Values' --data-binary @-
```

Можно вставить данные из tab-separated дампа, указав соответствующий формат:

```
$ echo -ne '10\n11\n12\n' | curl 'http://localhost:8123/?query=INSERT%20INTO%20t%20FORMAT%20TabSeparated' --data-binary @-
```

Прочитаем содержимое таблицы. Данные выводятся в произвольном порядке из-за параллельной обработки запроса:

```
$ curl 'http://localhost:8123/?query=SELECT%20a%20FROM%20t'  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
1  
2  
3  
4  
5  
6
```

Удаляем таблицу.

```
$ echo 'DROP TABLE t' | curl 'http://localhost:8123/' --data-binary @-
```

Для запросов, которые не возвращают таблицу с данными, в случае успеха, выдаётся пустое тело ответа.

Вы можете использовать внутренний формат сжатия Clickhouse при передаче данных. Формат сжатых данных нестандартный, и вам придётся использовать для работы с ним специальную программу `clickhouse-compressor` (устанавливается вместе с пакетом `clickhouse-client`). Для повышения эффективности вставки данных можно отключить проверку контрольной суммы на стороне сервера с помощью настройки [http\\_native\\_compression\\_disableChecksumming\\_on\\_decompress](#).

Если вы указали `compress = 1` в URL, то сервер сжимает данные, которые он отправляет. Если вы указали `decompress = 1` в URL, сервер распаковывает те данные, которые вы передаёте методом POST .

Также, можно использовать [HTTP compression](#). Для отправки сжатого запроса POST , добавьте заголовок `Content-Encoding: compression_method` . Чтобы ClickHouse сжимал ответ, добавьте заголовок `Accept-Encoding: compression_method` . ClickHouse поддерживает следующие [методы сжатия](#): `gzip` , `br` , and `deflate` . Чтобы включить HTTP compression, используйте настройку ClickHouse [enable\\_http\\_compression](#). Уровень сжатия данных для всех методов сжатия можно настроить с помощью настройки [http\\_zlib\\_compression\\_level](#).

Это может быть использовано для уменьшения трафика по сети при передаче большого количества данных, а также для создания сразу сжатых дампов.

Примеры отправки данных со сжатием:

```
$ #Отправка данных на сервер:  
$ curl -vsS "http://localhost:8123/?enable_http_compression=1" -d 'SELECT number FROM system.numbers LIMIT 10' -H 'Accept-Encoding: gzip'  
  
$ #Отправка данных клиенту:  
$ echo "SELECT 1" | gzip -c | curl -sS --data-binary @- -H 'Content-Encoding: gzip' 'http://localhost:8123/'
```

### Примечание

Некоторые HTTP-клиенты могут по умолчанию распаковывать данные ( gzip и deflate ) с сервера в фоновом режиме и вы можете получить распакованные данные, даже если правильно используете настройки сжатия.

В параметре URL database может быть указана БД по умолчанию.

```
$ echo 'SELECT number FROM numbers LIMIT 10' | curl 'http://localhost:8123/?database=system' --data-binary @-  
0  
1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9
```

По умолчанию используется БД, которая прописана в настройках сервера, как БД по умолчанию. По умолчанию, это - БД default. Также вы всегда можете указать БД через точку перед именем таблицы.

Имя пользователя и пароль могут быть указаны в одном из двух вариантов:

1. С использованием HTTP Basic Authentication. Пример:

```
$ echo 'SELECT 1' | curl 'http://user:password@localhost:8123/' -d @-
```

1. В параметрах URL user и password. Пример:

```
$ echo 'SELECT 1' | curl 'http://localhost:8123/?user=user&password=password' -d @-
```

Если пользователь не задан, то используется default . Если пароль не задан, то используется пустой пароль. Также в параметрах URL вы можете указать любые настройки, которые будут использованы для обработки одного запроса, или целые профили настроек. Пример: http://localhost:8123/?profile=web&max\_rows\_to\_read=1000000000&query=SELECT+1

Подробнее смотрите в разделе [Настройки](#).

```
$ echo 'SELECT number FROM system.numbers LIMIT 10' | curl 'http://localhost:8123/?' --data-binary @-  
0  
1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9
```

Об остальных параметрах смотри раздел "SET".

Аналогично можно использовать ClickHouse-сессии в HTTP-протоколе. Для этого необходимо добавить к запросу

GET параметр `session_id`. В качестве идентификатора сессии можно использовать произвольную строку. По умолчанию через 60 секунд бездействия сессия будет прервана. Можно изменить этот таймаут, изменения настройку `default_session_timeout` в конфигурации сервера, или добавив к запросу GET параметр `session_timeout`. Статус сессии можно проверить с помощью параметра `session_check=1`. В рамках одной сессии одновременно может исполняться только один запрос.

Прогресс выполнения запроса можно отслеживать с помощью заголовков ответа `X-ClickHouse-Progress`. Для этого включите [send\\_progress\\_in\\_http\\_headers](#). Пример последовательности заголовков:

```
X-ClickHouse-Progress: {"read_rows": "2752512", "read_bytes": "240570816", "total_rows_to_read": "8880128"}  
X-ClickHouse-Progress: {"read_rows": "5439488", "read_bytes": "482285394", "total_rows_to_read": "8880128"}  
X-ClickHouse-Progress: {"read_rows": "8783786", "read_bytes": "819092887", "total_rows_to_read": "8880128"}
```

Возможные поля заголовка:

- `read_rows` — количество прочитанных строк.
- `read_bytes` — объем прочитанных данных в байтах.
- `total_rows_to_read` — общее количество строк для чтения.
- `written_rows` — количество записанных строк.
- `written_bytes` — объем прочитанных данных в байтах.

Запущенные запросы не останавливаются автоматически при разрыве HTTP соединения. Парсинг и форматирование данных производится на стороне сервера и использование сети может быть неэффективным. Может быть передан необязательный параметр `query_id` - идентификатор запроса, произвольная строка. Подробнее смотрите раздел "Настройки, `replace_running_query`".

Может быть передан необязательный параметр `quota_key` - ключ квоты, произвольная строка. Подробнее смотрите раздел "Квоты".

HTTP интерфейс позволяет передать внешние данные (внешние временные таблицы) для использования запроса. Подробнее смотрите раздел "Внешние данные для обработки запроса"

## Буферизация ответа

Существует возможность включить буферизацию ответа на стороне сервера. Для этого предусмотрены параметры URL `buffer_size` и `wait_end_of_query`.

`buffer_size` определяет количество байт результата которые будут буферизованы в памяти сервера. Если тело результата больше этого порога, то буфер будет переписан в HTTP канал, а оставшиеся данные будут отправляться в HTTP-канал напрямую.

Чтобы гарантировать буферизацию всего ответа необходимо выставить `wait_end_of_query=1`. В этом случае данные, не поместившиеся в памяти, будут буферизованы во временном файле сервера.

Пример:

```
$ curl -sS 'http://localhost:8123/?max_result_bytes=4000000&buffer_size=3000000&wait_end_of_query=1' -d 'SELECT toUInt8(number) FROM system.numbers LIMIT 9000000 FORMAT RowBinary'
```

Буферизация позволяет избежать ситуации когда код ответа и HTTP-заголовки были отправлены клиенту, после чего возникла ошибка выполнения запроса. В такой ситуации сообщение об ошибке записывается в конце тела ответа, и на стороне клиента ошибка может быть обнаружена только на этапе парсинга.

## Запросы с параметрами

Можно создать запрос с параметрами и передать для них значения из соответствующих параметров HTTP-

запроса. Дополнительную информацию смотрите в [Запросы с параметрами для консольного клиента](#).

## Пример

```
$ curl -sS "<address>?param_id=2&m_phrase=test" -d "SELECT * FROM table WHERE int_column = {id:UInt8} and string_column = {phrase:String}"
```

## Форматы входных и выходных данных

ClickHouse может принимать (`INSERT`) и отдавать (`SELECT`) данные в различных форматах.

Поддерживаемые форматы и возможность использовать их в запросах `INSERT` и `SELECT` перечислены в таблице ниже.

Формат	INSERT	SELECT
TabSeparated	✓	✓
TabSeparatedRaw	✗	✓
TabSeparatedWithNames	✓	✓
TabSeparatedWithNamesAndTypes	✓	✓
Template	✓	✓
TemplateIgnoreSpaces	✓	✗
CSV	✓	✓
CSVWithNames	✓	✓
CustomSeparated	✓	✓
Values	✓	✓
Vertical	✗	✓
JSON	✗	✓
JSONCompact	✗	✓
JSONEachRow	✓	✓
TSKV	✓	✓
Pretty	✗	✓
PrettyCompact	✗	✓
PrettyCompactMonoBlock	✗	✓
PrettyNoEscapes	✗	✓
PrettySpace	✗	✓
Protobuf	✓	✓

Формат	INSERT	SELECT
Parquet	✓	✓
RowBinary	✓	✓
RowBinaryWithNamesAndTypes	✓	✓
Native	✓	✓
Null	✗	✓
XML	✗	✓
CapnProto	✓	✗

Вы можете регулировать некоторые параметры работы с форматами с помощью настроек ClickHouse. За дополнительной информацией обращайтесь к разделу [Настройки](#).

## TabSeparated

В TabSeparated формате данные пишутся по строкам. Каждая строчка содержит значения, разделённые табами. После каждого значения идёт таб, кроме последнего значения в строке, после которого идёт перевод строки. Везде подразумеваются исключительно unix-переводы строк. Последняя строка также обязана содержать перевод строки на конце. Значения пишутся в текстовом виде, без обрамляющих кавычек, с экранированием служебных символов.

Этот формат также доступен под именем `TSV`.

Формат `TabSeparated` удобен для обработки данных произвольными программами и скриптами. Он используется по умолчанию в HTTP-интерфейсе, а также в batch-режиме клиента командной строки. Также формат позволяет переносить данные между разными СУБД. Например, вы можете получить дамп из MySQL и загрузить его в ClickHouse, или наоборот.

Формат `TabSeparated` поддерживает вывод тотальных значений (при использовании `WITH TOTALS`) и экстремальных значений (при настройке `extremes` выставленной в 1). В этих случаях, после основных данных выводятся тотальные значения, и экстремальные значения. Основной результат, тотальные значения и экстремальные значения, отделяются друг от друга пустой строкой. Пример:

```
SELECT EventDate, count() AS c FROM test.hits GROUP BY EventDate WITH TOTALS ORDER BY EventDate FORMAT TabSeparated``
```

```
2014-03-17 1406958
2014-03-18 1383658
2014-03-19 1405797
2014-03-20 1353623
2014-03-21 1245779
2014-03-22 1031592
2014-03-23 1046491

0000-00-00 8873898

2014-03-17 1031592
2014-03-23 1406958
```

## Форматирование данных

Целые числа пишутся в десятичной форме. Числа могут содержать лишний символ "+" в начале (игнорируется при парсинге, а при форматировании не пишется). Неотрицательные числа не могут содержать знак отрицания.

При чтении допустим парсинг пустой строки, как числа ноль, или (для знаковых типов) строки, состоящей из одного минуса, как числа ноль. Числа, не помещающиеся в соответствующий тип данных, могут парситься, как некоторое другое число, без сообщения об ошибке.

Числа с плавающей запятой пишутся в десятичной форме. При этом, десятичный разделитель - точка. Поддерживается экспоненциальная запись, а также inf, +inf, -inf, nan. Запись числа с плавающей запятой может начинаться или заканчиваться на десятичную точку. При форматировании возможна потеря точности чисел с плавающей запятой. При парсинге, допустимо чтение не обязательно наиболее близкого к десятичной записи машинно-представимого числа.

Даты выводятся в формате YYYY-MM-DD, парсятся в том же формате, но с любыми символами в качестве разделителей. Даты-с-временем выводятся в формате YYYY-MM-DD hh:mm:ss, парсятся в том же формате, но с любыми символами в качестве разделителей. Всё это происходит в системном часовом поясе на момент старта клиента (если клиент занимается форматированием данных) или сервера. Для дат-с-временем не указывается, действует ли daylight saving time. То есть, если в дампе есть времена во время перевода стрелок назад, то дамп не соответствует данным однозначно, и при парсинге будет выбрано какое-либо из двух времён. При парсинге, некорректные даты и даты-с-временем могут парситься с естественным переполнением или как нулевые даты/даты-с-временем без сообщения об ошибке.

В качестве исключения, поддерживается также парсинг даты-с-временем в формате unix timestamp, если он состоит ровно из 10 десятичных цифр. Результат не зависит от часового пояса. Различие форматов YYYY-MM-DD hh:mm:ss и NNNNNNNNNN делается автоматически.

Строки выводятся с экранированием спецсимволов с помощью обратного слеша. При выводе, используются следующие escape-последовательности: \b , \f , \r , \n , \t , \0 , \ , \\. Парсер также поддерживает последовательности \a , \v , и \xHH (последовательности hex escape) и любые последовательности вида \c , где c — любой символ (такие последовательности преобразуются в c ). Таким образом, при чтении поддерживаются форматы, где перевод строки может быть записан как \n и как \ и перевод строки. Например, строка Hello world , где между словами вместо пробела стоит перевод строки, может быть считана в любом из следующих вариантов:

```
Hello\nworld
Hello\
world
```

Второй вариант поддерживается, так как его использует MySQL при записи tab-separated дампа.

Минимальный набор символов, которых вам необходимо экранировать при передаче в TabSeparated формате: таб, перевод строки (LF) и обратный слеш.

Экранируется лишь небольшой набор символов. Вы можете легко наткнуться на строковое значение, которое испортит ваш терминал при выводе в него.

Массивы форматируются в виде списка значений через запятую в квадратных скобках. Элементы массива - числа форматируются как обычно, а даты, даты-с-временем и строки - в одинарных кавычках с такими же правилами экранирования, как указано выше.

**NULL** форматируется как \N .

## TabSeparatedRaw

Отличается от формата TabSeparated тем, что строки выводятся без экранирования. Этот формат подходит только для вывода результата выполнения запроса, но не для парсинга (приёма данных для вставки в таблицу).

Этот формат также доступен под именем TSVRaw .

## TabSeparatedWithNames

Отличается от формата `TabSeparated` тем, что в первой строке пишутся имена столбцов. При парсинге, первая строка полностью игнорируется. Вы не можете использовать имена столбцов, чтобы указать их порядок расположения, или чтобы проверить их корректность. (Поддержка обработки заголовка при парсинге может быть добавлена в будущем.)

Этот формат также доступен под именем `TSVWithNames`.

## TabSeparatedWithNamesAndTypes

Отличается от формата `TabSeparated` тем, что в первой строке пишутся имена столбцов, а во второй - типы столбцов. При парсинге, первая и вторая строка полностью игнорируются.

Этот формат также доступен под именем `TSVWithNamesAndTypes`.

## Template

Этот формат позволяет указать произвольную форматную строку, в которую подставляются значения, сериализованные выбранным способом.

Для этого используются настройки `format_template_resultset`, `format_template_row`, `format_template_rows_between_delimiter` и настройки экранирования других форматов (например, `output_format_json_quote_64bit_integers` при экранировании как в `JSON`, см. далее)

Настройка `format_template_row` задаёт путь к файлу, содержащему форматную строку для строк таблицы, которая должна иметь вид:

```
delimiter_1${column_1:serializeAs_1}delimiter_2${column_2:serializeAs_2} ... delimiter_N ,
```

где `delimiter_i` - разделители между значениями (символ `$` в разделителе экранируется как `$$`), `column_i` - имена или номера столбцов, значения которых должны быть выведены или считаны (если имя не указано - столбец пропускается), `serializeAs_i` - тип экранирования для значений соответствующего столбца. Поддерживаются следующие типы экранирования:

- `CSV`, `JSON`, `XML` (как в одноимённых форматах)
- `Escaped` (как в `TSV`)
- `Quoted` (как в `Values`)
- `Raw` (без экранирования, как в `TSVRaw`)
- `None` (тип экранирования отсутствует, см. далее)

Если для столбца не указан тип экранирования, используется `None`. `XML` и `Raw` поддерживаются только для вывода.

Так, в форматной строке

```
Search phrase: ${SearchPhrase:Quoted}, count: ${c:Escaped}, ad price: $$$${price:JSON};
```

между разделителями `Search phrase: , , count: , , ad price: $` и `,` при выводе будут подставлены (при вводе - будут ожидаться) значения столбцов `SearchPhrase`, `c` и `price`, сериализованные как `Quoted`, `Escaped` и `JSON` соответственно, например:

```
Search phrase: 'bathroom interior design', count: 2166, ad price: $3;
```

Настройка `format_template_rows_between_delimiter` задаёт разделитель между строками, который выводится (или

ожидается при вводе) после каждой строки, кроме последней. По умолчанию `\n`.

Настройка `format_template_resultset` задаёт путь к файлу, содержащему форматную строку для результата. Форматная строка для результата имеет синтаксис аналогичный строке для строк таблицы и позволяет указать префикс, суффикс и способ вывода дополнительной информации. Вместо имён столбцов в ней указываются следующие имена подстановок:

- `data` - строки с данными в формате `format_template_row`, разделённые `format_template_rows_between_delimiter`. Эта подстановка должна быть первой подстановкой в форматной строке.
- `totals` - строка с тотальными значениями в формате `format_template_row` (при использовании `WITH TOTALS`)
- `min` - строка с минимальными значениями в формате `format_template_row` (при настройке `extremes`, выставленной в 1)
- `max` - строка с максимальными значениями в формате `format_template_row` (при настройке `extremes`, выставленной в 1)
- `rows` - общее количество выведенных строчек
- `rows_before_limit` - не менее скольких строчек получилось бы, если бы не было LIMIT-а. Выводится только если запрос содержит LIMIT. В случае, если запрос содержит GROUP BY, `rows_before_limit` - точное число строк, которое получилось бы, если бы не было LIMIT-а.
- `time` - время выполнения запроса в секундах
- `rows_read` - сколько строк было прочитано при выполнении запроса
- `bytes_read` - сколько байт (несжатых) было прочитано при выполнении запроса

У подстановок `data`, `totals`, `min` и `max` не должны быть указаны типы экранирования (или должен быть указан `None`). Остальные подстановки - это отдельные значения, для них может быть указан любой тип экранирования. Если строка `format_template_resultset` пустая, то по-умолчанию используется  `${data}` . Из всех перечисленных подстановок форматная строка `format_template_resultset` для ввода может содержать только `data`. Также при вводе формат поддерживает пропуск значений столбцов и пропуск значений в префиксе и суффиксе (см. пример).

Пример вывода:

```
SELECT SearchPhrase, count() AS c FROM test.hits GROUP BY SearchPhrase ORDER BY c DESC LIMIT 5 FORMAT Template SETTINGS
format_template_resultset = '/some/path/resultset.format', format_template_row = '/some/path/row.format',
format_template_rows_between_delimiter = '\n '
```

/some/path/resultset.format :

```
<!DOCTYPE HTML>
<html> <head> <title>Search phrases</title> </head>
<body>
<table border="1"> <caption>Search phrases</caption>
<tr> <th>Search phrase</th> <th>Count</th> </tr>
${data}
</table>
<table border="1"> <caption>Max</caption>
${max}
</table>
<b>Processed ${rows_read:XML} rows in ${time:XML} sec</b>
</body>
</html>
```

/some/path/row.format :

```
<tr> <td>${0:XML}</td> <td>${1:XML}</td> </tr>
```

Результат:

```

<!DOCTYPE HTML>
<html> <head> <title>Search phrases</title> </head>
<body>
<table border="1"> <caption>Search phrases</caption>
<tr> <th>Search phrase</th> <th>Count</th> </tr>
<tr> <td></td> <td>8267016</td> </tr>
<tr> <td>bathroom interior design</td> <td>2166</td> </tr>
<tr> <td>yandex</td> <td>1655</td> </tr>
<tr> <td>spring 2014 fashion</td> <td>1549</td> </tr>
<tr> <td>freeform photos</td> <td>1480</td> </tr>
</table>
<table border="1"> <caption>Max</caption>
<tr> <td></td> <td>8873898</td> </tr>
</table>
<b>Processed 3095973 rows in 0.1569913 sec</b>
</body>
</html>

```

Пример ввода:

```

Some header
Page views: 5, User id: 4324182021466249494, Useless field: hello, Duration: 146, Sign: -1
Page views: 6, User id: 4324182021466249494, Useless field: world, Duration: 185, Sign: 1
Total rows: 2

```

```

INSERT INTO UserActivity FORMAT Template SETTINGS
format_template_resultset = '/some/path/resultset.format', format_template_row = '/some/path/row.format'

```

/some/path/resultset.format :

```

Some header\n${data}\nTotal rows: ${:CSV}\n

```

/some/path/row.format :

```

Page views: ${PageViews:CSV}, User id: ${UserID:CSV}, Useless field: ${:CSV}, Duration: ${Duration:CSV}, Sign: ${Sign:CSV}

```

PageViews , UserID , Duration и Sign внутри подстановок - имена столбцов в таблице, в которую вставляются данные. Значения после Useless field в строках и значение после \nTotal rows: в суффиксе будут проигнорированы. Все разделители во входных данных должны строго соответствовать разделителям в форматных строках.

## TemplateIgnoreSpaces

Подходит только для ввода. Отличается от формата Template тем, что пропускает пробельные символы между разделителями и значениями во входном потоке. Также в этом формате можно указать пустые подстановки с типом экранирования None ( \${} или \${:None} ), чтобы разбить разделители на несколько частей, пробелы между которыми должны игнорироваться. Такие подстановки используются только для пропуска пробелов. С помощью этого формата можно считывать JSON , если значения столбцов в нём всегда идут в одном порядке в каждой строке. Например, для вставки данных из примера вывода формата JSON в таблицу со столбцами phrase и cnt можно использовать следующий запрос:

```

INSERT INTO table_name FORMAT TemplateIgnoreSpaces SETTINGS
format_schema = '${}"meta"${}:${:JSON},${}"data"${}:${}
[${data}]${},${}"totals"${}:${:JSON},${}"extremes"${}:${:JSON},${}"rows"${}:${:JSON},${}"rows_before_limit_at_least"${}:${:JSON}${}',
format_schema_rows = '${}"SearchPhrase"${}:${}{phrase:JSON}${},${}"c"${}:${}{cnt:JSON}${}',
format_schema_rows_between_delimiter = ','

```

## TSKV

Похож на TabSeparated, но выводит значения в формате name=value. Имена экранируются так же, как строки в

формате TabSeparated и, дополнительно, экранируется также символ =.

```
SearchPhrase= count()=8267016
SearchPhrase=интерьер ванной комнаты count()=2166
SearchPhrase=яндекс count()=1655
SearchPhrase=весна 2014 мода count()=1549
SearchPhrase=фриформ фото count()=1480
SearchPhrase=анджелина джоли count()=1245
SearchPhrase=омск count()=1112
SearchPhrase=фото собак разных пород count()=1091
SearchPhrase=дизайн штор count()=1064
SearchPhrase=баку count()=1000
```

`NULL` форматируется как `\N`.

```
SELECT * FROM t_null FORMAT TSKV
```

```
x=1 y=\N
```

При большом количестве маленьких столбцов, этот формат существенно неэффективен, и обычно нет причин его использовать. Впрочем, он не хуже формата JSONEachRow по производительности.

Поддерживается как вывод, так и парсинг данных в этом формате. При парсинге, поддерживается расположение значений разных столбцов в произвольном порядке. Допустимо отсутствие некоторых значений - тогда они воспринимаются как равные значениям по умолчанию. В этом случае в качестве значений по умолчанию используются нули и пустые строки. Сложные значения, которые могут быть заданы в таблице не поддерживаются как значения по умолчанию.

При парсинге, в качестве дополнительного поля, может присутствовать `tskv` без знака равенства и без значения. Это поле игнорируется.

## CSV

Формат Comma Separated Values ([RFC](#)).

При форматировании, строки выводятся в двойных кавычках. Двойная кавычка внутри строки выводится как две двойные кавычки подряд. Других правил экранирования нет. Даты и даты-с-временем выводятся в двойных кавычках. Числа выводятся без кавычек. Значения разделяются символом-разделителем, по умолчанию — `,`. Символ-разделитель определяется настройкой `format_csv_delimiter`. Строки разделяются `unix` переводом строки (LF). Массивы сериализуются в CSV следующим образом: сначала массив сериализуется в строку, как в формате TabSeparated, а затем полученная строка выводится в CSV в двойных кавычках. Кортежи в формате CSV сериализуются, как отдельные столбцы (то есть, теряется их вложенность в кортеж).

```
$ clickhouse-client --format_csv_delimiter="|" --query="INSERT INTO test.csv FORMAT CSV" < data.csv
```

\*По умолчанию — `,`. См. настройку `format_csv_delimiter` для дополнительной информации.

При парсинге, все значения могут парситься как в кавычках, так и без кавычек. Поддерживаются как двойные, так и одинарные кавычки. Строки также могут быть без кавычек. В этом случае они парсятся до символа-разделителя или перевода строки (CR или LF). В нарушение RFC, в случае парсинга строк не в кавычках, начальные и конечные пробелы и табы игнорируются. В качестве перевода строки, поддерживаются как Unix (LF), так и Windows (CR LF) и Mac OS Classic (LF CR) варианты.

`NULL` форматируется в виде `\N` или `NULL` или пустой неэкранированной строки (см. настройки `input_format_csv_unquoted_null_literal_as_null` и `input_format_defaults_for_omitted_fields`).

Если установлена настройка `input_format_defaults_for_omitted_fields=1` и тип столбца не `Nullable(T)`, то пустые

значения без кавычек заменяются значениями по умолчанию для типа данных столбца.

Формат CSV поддерживает вывод totals и extremes аналогично TabSeparated .

## CSVWithNames

Выводит также заголовок, аналогично TabSeparatedWithNames .

## CustomSeparated

Аналогичен [Template](#), но выводит (или считывает) все столбцы, используя для них правило экранирования из настройки `format_customEscapingRule` и разделители из настроек `formatCustomFieldDelimiter`, `formatCustomRowBeforeDelimiter`, `formatCustomRowAfterDelimiter`, `formatCustomRowBetweenDelimiter`, `formatCustomResultBeforeDelimiter` и `formatCustomResultAfterDelimiter`, а не из форматных строк. Также существует формат `CustomSeparatedIgnoreSpaces`, аналогичный `TemplateIgnoreSpaces`.

## JSON

Выводит данные в формате JSON. Кроме таблицы с данными, также выводятся имена и типы столбцов, и некоторая дополнительная информация - общее количество выведенных строк, а также количество строк, которое могло бы быть выведено, если бы не было LIMIT-а. Пример:

```
SELECT SearchPhrase, count() AS c FROM test.hits GROUP BY SearchPhrase WITH TOTALS ORDER BY c DESC LIMIT 5 FORMAT JSON
```

```
{
  "meta": [
    {
      "name": "SearchPhrase",
      "type": "String"
    },
    {
      "name": "c",
      "type": "UInt64"
    }
  ],
  "data": [
    {
      "SearchPhrase": "",
      "c": "8267016"
    },
    {
      "SearchPhrase": "bathroom interior design",
      "c": "2166"
    },
    {
      "SearchPhrase": "yandex",
      "c": "1655"
    },
    {
      "SearchPhrase": "spring 2014 fashion",
      "c": "1549"
    },
    {
      "SearchPhrase": "freeform photos",
      "c": "1480"
    }
  ],
  "totals": [
    {
      "SearchPhrase": "",
      "c": "8873898"
    }
  ],
  "extremes": [
    {
      "min": [
        {
          "SearchPhrase": "",
          "c": "1480"
        }
      ],
      "max": [
        {
          "SearchPhrase": "",
          "c": "8267016"
        }
      ]
    }
  ],
  "rows": 5,
  "rows_before_limit_at_least": 141137
}
```

JSON совместим с JavaScript. Для этого, дополнительно экранируются некоторые символы: символ прямого слеша / экранируется в виде \ / ; альтернативные переводы строк U+2028 , U+2029 , на которых ломаются некоторые браузеры, экранируются в виде \uXXXX -последовательностей. Экранируются ASCII control characters: backspace, form feed, line feed, carriage return, horizontal tab в виде \b , \f , \n , \r , \t соответственно, а также остальные байты из диапазона 00-1F с помощью \uXXXX -последовательностей. Невалидные UTF-8 последовательности заменяются на replacement character ♦ и, таким образом, выводимый текст будет состоять из валидных UTF-8 последовательностей. Числа типа UInt64 и Int64, для совместимости с JavaScript, по

умолчанию выводятся в двойных кавычках. Чтобы они выводились без кавычек, можно установить конфигурационный параметр [output\\_format\\_json\\_quote\\_64bit\\_integers](#) равным 0.

`rows` - общее количество выведенных строчек.

`rows_before_limit_at_least` - не менее скольких строчек получилось бы, если бы не было LIMIT-а. Выводится только если запрос содержит LIMIT. В случае, если запрос содержит GROUP BY, `rows_before_limit_at_least` - точное число строк, которое получилось бы, если бы не было LIMIT-а.

`totals` - тотальные значения (при использовании WITH TOTALS).

`extremes` - экстремальные значения (при настройке extremes, выставленной в 1).

Этот формат подходит только для вывода результата выполнения запроса, но не для парсинга (приёма данных для вставки в таблицу).

ClickHouse поддерживает [NULL](#), который при выводе JSON будет отображен как `null`.

Смотрите также формат [JSONEachRow](#).

## JSONCompact

Отличается от JSON только тем, что строчки данных выводятся в массивах, а не в object-ах.

Пример:

```
{
  "meta": [
    {
      "name": "SearchPhrase",
      "type": "String"
    },
    {
      "name": "c",
      "type": "UInt64"
    }
  ],
  "data": [
    ["", "8267016"],
    ["интерьер ванной комнаты", "2166"],
    ["яндекс", "1655"],
    ["весна 2014 мода", "1549"],
    ["фриформ фото", "1480"]
  ],
  "totals": ["", "8873898"],
  "extremes": {
    "min": ["", "1480"],
    "max": ["", "8267016"]
  },
  "rows": 5,
  "rows_before_limit_at_least": 141137
}
```

Этот формат подходит только для вывода результата выполнения запроса, но не для парсинга (приёма данных для вставки в таблицу). Смотрите также формат [JSONEachRow](#).

## JSONEachRow

При использовании этого формата, ClickHouse выводит каждую запись как объект JSON (каждый объект отдельной строкой), при этом данные в целом — невалидный JSON.

```
{"SearchPhrase":"дизайн штор","count()":1064}  
{"SearchPhrase":"баку","count()":1000}  
{"SearchPhrase":"","count()":8267016}
```

При вставке данных необходимо каждую запись передавать как отдельный объект JSON.

### Вставка данных

```
INSERT INTO UserActivity FORMAT JSONEachRow {"PageViews":5, "UserID":"4324182021466249494", "Duration":146,"Sign":-1}  
{"UserID":"4324182021466249494","PageViews":6,"Duration":185,"Sign":1}
```

ClickHouse допускает:

- Любой порядок пар ключ-значение в объекте.
- Пропуск отдельных значений.

ClickHouse игнорирует пробелы между элементами и запятые после объектов. Вы можете передать все объекты одной строкой. Вам не нужно разделять их переносами строк.

### Обработка пропущенных значений

ClickHouse заменяет опущенные значения значениями по умолчанию для соответствующих [data types](#).

Если указано `DEFAULT expr`, то ClickHouse использует различные правила подстановки в зависимости от настройки [input\\_format\\_defaults\\_for\\_omitted\\_fields](#).

Рассмотрим следующую таблицу:

```
CREATE TABLE IF NOT EXISTS example_table  
(  
    x UInt32,  
    a DEFAULT x * 2  
) ENGINE = Memory;
```

- Если `input_format_defaults_for_omitted_fields = 0`, то значение по умолчанию для `x` и `a` равняется 0 (поскольку это значение по умолчанию для типа данных `UInt32`).
- Если `input_format_defaults_for_omitted_fields = 1`, то значение по умолчанию для `x` равно 0, а значение по умолчанию `a` равно `x * 2`.

#### Предупреждение

Если `insert_sample_with_metadata = 1`, то при обработке запросов ClickHouse потребляет больше вычислительных ресурсов, чем если `insert_sample_with_metadata = 0`.

## Выборка данных

Рассмотрим в качестве примера таблицу `UserActivity`:

UserID	PageViews	Duration	Sign
4324182021466249494	5	146	-1
4324182021466249494	6	185	1

Запрос `SELECT * FROM UserActivity FORMAT JSONEachRow` возвращает:

```
{"UserID":"4324182021466249494","PageViews":5,"Duration":146,"Sign":-1}  
{"UserID":"4324182021466249494","PageViews":6,"Duration":185,"Sign":1}
```

В отличие от формата [JSON](#), для `JSONEachRow` ClickHouse не заменяет невалидные UTF-8 последовательности. Значения экранируются так же, как и для формата [JSON](#).

### Примечание

В строках может выводиться произвольный набор байт. Используйте формат `JSONEachRow`, если вы уверены, что данные в таблице могут быть представлены в формате [JSON](#) без потери информации.

## Использование вложенных структур

Если у вас есть таблица со столбцами типа [Nested](#), то в неё можно вставить данные из [JSON](#)-документа с такой же структурой. Функциональность включается настройкой [input\\_format\\_import\\_nested\\_json](#).

Например, рассмотрим следующую таблицу:

```
CREATE TABLE json_each_row_nested (n Nested (s String, i Int32) ) ENGINE = Memory
```

Из описания типа данных [Nested](#) видно, что ClickHouse трактует каждый компонент вложенной структуры как отдельный столбец (для нашей таблицы `n.s` и `n.i`). Можно вставить данные следующим образом:

```
INSERT INTO json_each_row_nested FORMAT JSONEachRow {"n.s": ["abc", "def"], "n.i": [1, 23]}
```

Чтобы вставить данные как иерархический объект [JSON](#), установите [input\\_format\\_import\\_nested\\_json=1](#).

```
{  
  "n": {  
    "s": ["abc", "def"],  
    "i": [1, 23]  
  }  
}
```

Без этой настройки ClickHouse сгенерирует исключение.

```
SELECT name, value FROM system.settings WHERE name = 'input_format_import_nested_json'
```

name	value
input_format_import_nested_json	0

```
INSERT INTO json_each_row_nested FORMAT JSONEachRow {"n": {"s": ["abc", "def"], "i": [1, 23]}}
```

```
Code: 117. DB::Exception: Unknown field found while parsing JSONEachRow format: n: (at row 1)
```

```
SET input_format_import_nested_json=1  
INSERT INTO json_each_row_nested FORMAT JSONEachRow {"n": {"s": ["abc", "def"], "i": [1, 23]}}  
SELECT * FROM json_each_row_nested
```

n.s	n.i
['abc','def']	[1,23]

## Native

Самый эффективный формат. Данные пишутся и читаются блоками в бинарном виде. Для каждого блока пишется количество строк, количество столбцов, имена и типы столбцов, а затем кусочки столбцов этого блока, один за другим. То есть, этот формат является "столбцовым" - не преобразует столбцы в строки. Именно этот формат используется в родном интерфейсе - при межсерверном взаимодействии, при использовании клиента командной строки, при работе клиентов, написанных на C++.

Вы можете использовать этот формат для быстрой генерации дампов, которые могут быть прочитаны только СУБД ClickHouse. Вряд ли имеет смысл работать с этим форматом самостоятельно.

## Null

Ничего не выводит. При этом, запрос обрабатывается, а при использовании клиента командной строки, данные ещё и передаются на клиент. Используется для тестов, в том числе, тестов производительности. Очевидно, формат подходит только для вывода, но не для парсинга.

## Pretty

Выводит данные в виде Unicode-art табличек, также используя ANSI-escape последовательности для установки цветов в терминале. Рисуется полная сетка таблицы и, таким образом, каждая строчка занимает две строки в терминале. Каждый блок результата выводится в виде отдельной таблицы. Это нужно, чтобы можно было выводить блоки без буферизации результата (буферизация потребовалась бы, чтобы заранее вычислить видимую ширину всех значений.)

`NULL` выводится как `\u00a0`.

```
SELECT * FROM t_null
```

x	y
1	\u00a0NULL

В форматах `Pretty*` строки выводятся без экранирования. Ниже приведен пример для формата `PrettyCompact`:

```
SELECT 'String with \'quotes\' and \t character' AS Escaping_test
```

Escaping_test
String with 'quotes' and character

Для защиты от вываливания слишком большого количества данных в терминал, выводится только первые 10 000 строк. Если строк больше или равно 10 000, то будет написано "Showed first 10 000." Этот формат подходит только для вывода результата выполнения запроса, но не для парсинга (приёма данных для вставки в таблицу).

Формат `Pretty` поддерживает вывод тотальных значений (при использовании `WITH TOTALS`) и экстремальных значений (при настройке `extremes` выставленной в 1). В этих случаях, после основных данных выводятся тотальные значения, и экстремальные значения, в отдельных табличках. Пример (показан для формата `PrettyCompact`):

```
SELECT EventDate, count() AS c FROM test.hits GROUP BY EventDate WITH TOTALS ORDER BY EventDate FORMAT PrettyCompact
```

EventDate	c
2014-03-17	1406958
2014-03-18	1383658
2014-03-19	1405797
2014-03-20	1353623
2014-03-21	1245779
2014-03-22	1031592
2014-03-23	1046491

Totals:

EventDate	c
0000-00-00	8873898

Extremes:

EventDate	c
2014-03-17	1031592
2014-03-23	1406958

## PrettyCompact

Отличается от [Pretty](#) тем, что не рисуется сетка между строками - результат более компактный. Этот формат используется по умолчанию в клиенте командной строки в интерактивном режиме.

## PrettyCompactMonoBlock

Отличается от [PrettyCompact](#) тем, что строки (до 10 000 штук) буферизуются и затем выводятся в виде одной таблицы, а не по блокам.

## PrettyNoEscapes

Отличается от Pretty тем, что не используются ANSI-escape последовательности. Это нужно для отображения этого формата в браузере, а также при использовании утилиты командной строки `watch`.

Пример:

```
$ watch -n1 "clickhouse-client --query='SELECT event, value FROM system.events FORMAT PrettyCompactNoEscapes'"
```

Для отображения в браузере, вы можете использовать HTTP интерфейс.

## PrettyCompactNoEscapes

Аналогично.

## PrettySpaceNoEscapes

Аналогично.

## PrettySpace

Отличается от [PrettyCompact](#) тем, что вместо сетки используется пустое пространство (пробелы).

## RowBinary

Форматирует и парсит данные по строкам, в бинарном виде. Строки и значения уложены подряд, без разделителей. Формат менее эффективен, чем формат Native, так как является строковым.

Числа представлены в little endian формате фиксированной длины. Для примера, UInt64 занимает 8 байт. DateTime представлены как UInt32, содержащий unix timestamp в качестве значения. Date представлены как UInt16, содержащий количество дней, прошедших с 1970-01-01 в качестве значения. String представлены как длина в формате varint (unsigned LEB128), а затем байты строки. FixedString представлены просто как последовательность байт.

Array представлены как длина в формате varint (unsigned LEB128), а затем элементы массива, подряд.

Для поддержки `NULL` перед каждым значением типа `Nullable` следует байт содержащий 1 или 0. Если байт 1, то значение равно `NULL`, и этот байт интерпретируется как отдельное значение (т.е. после него следует значение следующего поля). Если байт 0, то после байта следует значение поля (не равно `NULL`).

## RowBinaryWithNamesAndTypes

То же самое что `RowBinary`, но добавляется заголовок:

- Количество колонок - N, закодированное LEB128,
- N строк ( `String` ) с именами колонок,
- N строк ( `String` ) с типами колонок.

## Values

Выводит каждую строку в скобках. Строки разделены запятыми. После последней строки запятой нет. Значения внутри скобок также разделены запятыми. Числа выводятся в десятичном виде без кавычек. Массивы выводятся в квадратных скобках. Строки, даты, даты-с-временем выводятся в кавычках. Правила экранирования и особенности парсинга аналогичны формату `TabSeparated`. При форматировании, лишние пробелы не ставятся, а при парсинге - допустимы и пропускаются (за исключением пробелов внутри значений типа массив, которые недопустимы). `NULL` представляется как `NULL`.

Минимальный набор символов, которых вам необходимо экранировать при передаче в `Values` формате: одинарная кавычка и обратный слеш.

Именно этот формат используется в запросе `INSERT INTO t VALUES ...`, но вы также можете использовать его для форматирования результатов запросов.

## Vertical

Выводит каждое значение на отдельной строке, с указанием имени столбца. Формат удобно использовать для вывода одной-нескольких строк, если каждая строка состоит из большого количества столбцов.

`NULL` выводится как `NULL`.

Пример:

```
SELECT * FROM t_null FORMAT Vertical
```

Row 1:

x: 1  
y: `NULL`

В формате `Vertical` строки выводятся без экранирования. Например:

```
SELECT 'string with \'quotes\' and \'t with some special \n characters' AS test FORMAT Vertical
```

Row 1:

test: string with 'quotes' and with some special  
characters

Этот формат подходит только для вывода результата выполнения запроса, но не для парсинга (приёма данных для вставки в таблицу).

## XML

Формат XML подходит только для вывода данных, не для парсинга. Пример:

```

<?xml version='1.0' encoding='UTF-8' ?>
<result>
    <meta>
        <columns>
            <column>
                <name>SearchPhrase</name>
                <type>String</type>
            </column>
            <column>
                <name>count()</name>
                <type>UInt64</type>
            </column>
        </columns>
    </meta>
    <data>
        <row>
            <SearchPhrase></SearchPhrase>
            <field>8267016</field>
        </row>
        <row>
            <SearchPhrase>интерьер ванной комнаты</SearchPhrase>
            <field>2166</field>
        </row>
        <row>
            <SearchPhrase>яндекс</SearchPhrase>
            <field>1655</field>
        </row>
        <row>
            <SearchPhrase>весна 2014 мода</SearchPhrase>
            <field>1549</field>
        </row>
        <row>
            <SearchPhrase>фриформ фото</SearchPhrase>
            <field>1480</field>
        </row>
        <row>
            <SearchPhrase>анджелина джоли</SearchPhrase>
            <field>1245</field>
        </row>
        <row>
            <SearchPhrase>омск</SearchPhrase>
            <field>1112</field>
        </row>
        <row>
            <SearchPhrase>фото собак разных пород</SearchPhrase>
            <field>1091</field>
        </row>
        <row>
            <SearchPhrase>дизайн штор</SearchPhrase>
            <field>1064</field>
        </row>
        <row>
            <SearchPhrase>баку</SearchPhrase>
            <field>1000</field>
        </row>
    </data>
    <rows>10</rows>
    <rows_before_limit_at_least>141137</rows_before_limit_at_least>
</result>

```

Если имя столбца не имеет некоторый допустимый вид, то в качестве имени элемента используется просто `field`. В остальном, структура XML повторяет структуру в формате JSON. Как и для формата JSON, невалидные UTF-8 последовательности заменяются на replacement character ♦ и, таким образом, выводимый текст будет состоять из валидных UTF-8 последовательностей.

В строковых значениях, экранируются символы < и & как &lt; и &amp; .

Массивы выводятся как `<array><elem>Hello</elem><elem>World</elem>...</array>`, а кортежи как `<tuple><elem>Hello</elem><elem>World</elem>...</tuple>`.

## CapnProto

Cap'n Proto - формат бинарных сообщений, похож на Protocol Buffers и Thrift, но не похож на JSON или MessagePack.

Сообщения Cap'n Proto строго типизированы и не самоописывающиеся, т.е. нуждаются во внешнем описании схемы. Схема применяется "на лету" и кэшируется между запросами.

```
$ cat capnproto_messages.bin | clickhouse-client --query "INSERT INTO test.hits FORMAT CapnProto SETTINGS format_schema='schema:Message'"
```

Где `schema.capnpr` выглядит следующим образом:

```
struct Message {  
    SearchPhrase @0 :Text;  
    c @1 :Uint64;  
}
```

Десериализация эффективна и обычно не повышает нагрузку на систему.

См. также [схема формата](#).

## Protobuf

Protobuf - формат [Protocol Buffers](#).

Формат нуждается во внешнем описании схемы. Схема кэшируется между запросами. ClickHouse поддерживает как синтаксис `proto2`, так и `proto3`; все типы полей (`repeated`/`optional`/`required`) поддерживаются.

Пример использования формата:

```
SELECT * FROM test.table FORMAT Protobuf SETTINGS format_schema = 'schemafile:MessageType'
```

или

```
$ cat protobuf_messages.bin | clickhouse-client --query "INSERT INTO test.table FORMAT Protobuf SETTINGS format_schema='schemafile:MessageType'"
```

Где файл `schemafile.proto` может выглядеть так:

```
syntax = "proto3";  
  
message MessageType {  
    string name = 1;  
    string surname = 2;  
    uint32 birthDate = 3;  
    repeated string phoneNumbers = 4;  
};
```

Соответствие между столбцами таблицы и полями сообщения `Protocol Buffers` устанавливается по имени, при этом игнорируется регистр букв и символы `_` (подчеркивание) и `.` (точка) считаются одинаковыми. Если типы столбцов не соответствуют точно типам полей сообщения `Protocol Buffers`, производится необходимая конвертация.

Вложенные сообщения поддерживаются, например, для поля `z` в таком сообщении

```
message MessageType {  
    message XType {  
        message YType {  
            int32 z;  
        };  
        repeated YType y;  
    };  
    XType x;  
};
```

ClickHouse попытается найти столбец с именем `x.y.z` (или `x_y_z`, или `X.y_Z` и т.п.). Вложенные сообщения удобно использовать в качестве соответствия для [вложенной структуры данных](#).

Значения по умолчанию, определённые в схеме `proto2`, например,

```
syntax = "proto2";  
  
message MessageType {  
    optional int32 result_per_page = 3 [default = 10];  
}
```

не применяются; вместо них используются определённые в таблице [значения по умолчанию](#).

ClickHouse пишет и читает сообщения `Protocol Buffers` в формате `length-delimited`. Это означает, что перед каждым сообщением пишется его длина в формате `varint`. См. также [как читать и записывать сообщения Protocol Buffers в формате length-delimited в различных языках программирования](#).

## Parquet

[Apache Parquet](#) — формат поколоночного хранения данных, который распространён в экосистеме Hadoop. Для формата `Parquet` ClickHouse поддерживает операции чтения и записи.

### Соответствие типов данных

Таблица ниже содержит поддерживаемые типы данных и их соответствие [типов данным](#) ClickHouse для запросов `INSERT` и `SELECT`.

Тип данных Parquet ( <code>INSERT</code> )	Тип данных ClickHouse	Тип данных Parquet ( <code>SELECT</code> )
<code>UINT8</code> , <code>BOOL</code>	<code>UInt8</code>	<code>UINT8</code>
<code>INT8</code>	<code>Int8</code>	<code>INT8</code>
<code>UINT16</code>	<code>UInt16</code>	<code>UINT16</code>
<code>INT16</code>	<code>Int16</code>	<code>INT16</code>
<code>UINT32</code>	<code>UInt32</code>	<code>UINT32</code>
<code>INT32</code>	<code>Int32</code>	<code>INT32</code>
<code>UINT64</code>	<code>UInt64</code>	<code>UINT64</code>
<code>INT64</code>	<code>Int64</code>	<code>INT64</code>
<code>FLOAT</code> , <code>HALF_FLOAT</code>	<code>Float32</code>	<code>FLOAT</code>
<code>DOUBLE</code>	<code>Float64</code>	<code>DOUBLE</code>
<code>DATE32</code>	<code>Date</code>	<code>UINT16</code>
<code>DATE64</code> , <code>TIMESTAMP</code>	<code>DateTime</code>	<code>UINT32</code>
<code>STRING</code> , <code>BINARY</code>	<code>String</code>	<code>STRING</code>
—	<code>FixedString</code>	<code>STRING</code>
<code>DECIMAL</code>	<code>Decimal</code>	<code>DECIMAL</code>

ClickHouse поддерживает настраиваемую точность для формата `Decimal`. При обработке запроса `INSERT`, ClickHouse обрабатывает тип данных Parquet `DECIMAL` как `Decimal128`.

Неподдержанные типы данных Parquet: `DATE32` , `TIME32` , `FIXED_SIZE_BINARY` , `JSON` , `UUID` , `ENUM` .

Типы данных столбцов в ClickHouse могут отличаться от типов данных соответствующих полей файла в формате Parquet. При вставке данных, ClickHouse интерпретирует типы данных в соответствии с таблицей выше, а затем [приводит](#) данные к тому типу, который установлен для столбца таблицы.

## Inserting and Selecting Data

Чтобы вставить в ClickHouse данные из файла в формате Parquet, выполните команду следующего вида:

```
$ cat {filename} | clickhouse-client --query="INSERT INTO {some_table} FORMAT Parquet"
```

Чтобы получить данные из таблицы ClickHouse и сохранить их в файл формата Parquet, используйте команду следующего вида:

```
$ clickhouse-client --query="SELECT * FROM {some_table} FORMAT Parquet" > {some_file.pq}
```

Для обмена данными с экосистемой Hadoop можно использовать движки таблиц [HDFS](#) и [URL](#) .

## Схема формата

Имя файла со схемой записывается в настройке `format_schema`. При использовании форматов Cap'n Proto и Protobuf требуется указать схему. Схема представляет собой имя файла и имя типа в этом файле, разделенные двоеточием, например `schemafile.proto:MessageType`. Если файл имеет стандартное расширение для данного формата (например `.proto` для Protobuf), то можно его не указывать и записывать схему так `schemafile:MessageType`.

Если для ввода/вывода данных используется [клиент в интерактивном режиме](#), то при записи схемы можно использовать абсолютный путь или записывать путь относительно текущей директории на клиенте. Если клиент используется в [batch режиме](#), то в записи схемы допускается только относительный путь, из соображений безопасности.

Если для ввода/вывода данных используется [HTTP-интерфейс](#), то файл со схемой должен располагаться на сервере в каталоге, указанном в параметре `format_schema_path` конфигурации сервера.

## JDBC-драйвер

- [Официальный драйвер](#)
- Драйверы от сторонних организаций:
  - [ClickHouse-Native-JDBC](#)
  - [clickhouse4j](#)

## ODBC-драйвер

- [Официальный драйвер](#).

## C++ клиентская библиотека

См. README в репозитории [clickhouse-cpp](#).

## Клиентские библиотеки от сторонних разработчиков

### Disclaimer

Яндекс не поддерживает перечисленные ниже библиотеки и не проводит тщательного тестирования для проверки их качества.

- Python:
  - [infi.clickhouse\\_orm](#)
  - [clickhouse-driver](#)
  - [clickhouse-client](#)
  - [aiochclient](#)
- PHP
  - [phpClickHouse](#)
  - [clickhouse-php-client](#)
  - [clickhouse-client](#)
  - [PhpClickHouseClient](#)
- Go
  - [clickhouse](#)

- [go-clickhouse](#)
- [mailrugo-clickhouse](#)
- [golang-clickhouse](#)
- NodeJs
  - [clickhouse \(NodeJs\)](#)
  - [node-clickhouse](#)
- Perl
  - [perl-DBD-ClickHouse](#)
  - [HTTP-ClickHouse](#)
  - [AnyEvent-ClickHouse](#)
- Ruby
  - [ClickHouse \(Ruby\)](#)
- R
  - [clickhouse-r](#)
  - [RClickhouse](#)
- Java
  - [clickhouse-client-java](#)
- Scala
  - [clickhouse-scala-client](#)
- Kotlin
  - [AORM](#)
- C#
  - [ClickHouse.Ado](#)
  - [ClickHouse.Net](#)
  - [ClickHouse.Client](#)
- Elixir
  - [clickhouseex](#)
- Nim
  - [nim-clickhouse](#)

## Библиотеки для интеграции от сторонних разработчиков

### **Disclaimer**

Яндекс не занимается поддержкой перечисленных ниже инструментов и библиотек и не проводит тщательного тестирования для проверки их качества.

## Инфраструктурные продукты

- Реляционные системы управления базами данных
  - [MySQL](#)

- [ProxySQL](#)
- [clickhouse-mysql-data-reader](#)
- [horgh-replicator](#)
- [PostgreSQL](#)
  - [clickhousedb\\_fdw](#)
  - [infi.clickhouse\\_fdw](#) (использует [infi.clickhouse\\_orm](#))
  - [pg2ch](#)
  - [clickhouse\\_fdw](#)
- [MSSQL](#)
  - [ClickHouseMigrator](#)
- Очереди сообщений
  - [Kafka](#)
    - [clickhouse\\_sinker](#) (использует [Go client](#))
- Хранилища объектов
  - [S3](#)
    - [clickhouse-backup](#)
- Оркестрация контейнеров
  - [Kubernetes](#)
    - [clickhouse-operator](#)
- Системы управления конфигурацией
  - [puppet](#)
    - [innogames/clickhouse](#)
    - [mfedotov/clickhouse](#)
- Мониторинг
  - [Graphite](#)
    - [graphouse](#)
    - [carbon-clickhouse](#) +
    - [graphite-clickhouse](#)
    - [graphite-ch-optimizer](#) - оптимизирует партиции таблиц [\\*GraphiteMergeTree](#) согласно правилам в конфигурации rollup
  - [Grafana](#)
    - [clickhouse-grafana](#)
  - [Prometheus](#)
    - [clickhouse\\_exporter](#)
    - [PromHouse](#)
    - [clickhouse\\_exporter](#) (использует [Go client](#))
  - [Nagios](#)
    - [check\\_clickhouse](#)
  - [Zabbix](#)
    - [clickhouse-zabbix-template](#)

- [Sematext](#)
  - [clickhouse интеграция](#)
- Логирование
  - [rsyslog](#)
    - [omclickhouse](#)
  - [fluentd](#)
    - [loghouse](#) (для [Kubernetes](#))
  - [logagent](#)
    - [logagent output-plugin-clickhouse](#)
- Гео
  - [MaxMind](#)
    - [clickhouse-maxmind-geoip](#)

## Экосистемы вокруг языков программирования

- Python
  - [SQLAlchemy](#)
    - [sqlalchemy-clickhouse](#) (использует [infi.clickhouse\\_orm](#))
  - [pandas](#)
    - [pandahouse](#)
- R
  - [dplyr](#)
    - [RClickhouse](#) (использует [clickhouse-cpp](#))
- Java
  - [Hadoop](#)
    - [clickhouse-hdfs-loader](#) (использует JDBC)
- Scala
  - [Akka](#)
    - [clickhouse-scala-client](#)
- C#
  - [ADO.NET](#)
    - [ClickHouse.Ado](#)
    - [ClickHouse.Net](#)
    - [ClickHouse.Net.Migrations](#)
- Elixir
  - [Ecto](#)
    - [clickhouse\\_ecto](#)

## Визуальные интерфейсы от сторонних разработчиков

С открытым исходным кодом

## **Tabix**

Веб-интерфейс для ClickHouse в проекте [Tabix](#).

Основные возможности:

- Работает с ClickHouse напрямую из браузера, без необходимости установки дополнительного ПО;
- Редактор запросов с подсветкой синтаксиса;
- Автодополнение команд;
- Инструменты графического анализа выполнения запросов;
- Цветовые схемы на выбор.

[Документация Tabix](#).

## **HouseOps**

[HouseOps](#) — UI/IDE для OSX, Linux и Windows.

Основные возможности:

- Построение запросов с подсветкой синтаксиса;
- Просмотр ответа в табличном или JSON представлении;
- Экспорт результатов запроса в формате CSV или JSON;
- Список процессов с описанием;
- Режим записи;
- Возможность остановки (`KILL`) запроса;
- Граф базы данных. Показывает все таблицы и их столбцы с дополнительной информацией;
- Быстрый просмотр размера столбца;
- Конфигурирование сервера.

Планируется разработка следующих возможностей:

- Управление базами;
- Управление пользователями;
- Анализ данных в режиме реального времени;
- Мониторинг кластера;
- Управление кластером;
- Мониторинг реплицированных и Kafka таблиц.

## **LightHouse**

[LightHouse](#) — это легковесный веб-интерфейс для ClickHouse.

Основные возможности:

- Список таблиц с фильтрацией и метаданными;
- Предварительный просмотр таблицы с фильтрацией и сортировкой;
- Выполнение запросов только для чтения.

## **Redash**

[Redash](#) — платформа для отображения данных.

Поддерживает множество источников данных, включая ClickHouse. Redash может объединять результаты запросов из разных источников в финальный набор данных.

Основные возможности:

- Мощный редактор запросов.
- Проводник по базе данных.
- Инструменты визуализации, позволяющие представить данные в различных формах.

## DBeaver

[DBeaver](#) - универсальный desktop клиент баз данных с поддержкой ClickHouse.

Основные возможности:

- Построение запросов с подсветкой синтаксиса;
- Просмотр таблиц;
- Автодополнение команд;
- Полнотекстовый поиск.

## clickhouse-cli

[clickhouse-cli](#) - это альтернативный клиент командной строки для ClickHouse, написанный на Python 3.

Основные возможности:

- Автодополнение;
- Подсветка синтаксиса для запросов и вывода данных;
- Поддержка постраничного просмотра для результирующих данных;
- Дополнительные PostgreSQL-подобные команды.

## clickhouse-flamegraph

[clickhouse-flamegraph](#) — специализированный инструмент для визуализации `system.trace_log` в виде [flamegraph](#).

Коммерческие

## Holistics Software

[Holistics](#) вошёл в топ-2 наиболее удобных инструментов для бизнес-аналитики по рейтингу Gartner's Frontrunners в 2019 году. Holistics — full-stack платформа для обработки данных и инструмент бизнес-аналитики, позволяющий вам построить свои процессы с помощью SQL.

Основные возможности:

- Автоматизированные отчёты на почту, Slack, и Google Sheet.
- Мощный редактор SQL с визуализацией, контролем версий, автодополнением, повторным использованием частей запроса и динамическими фильтрами.
- Встроенные инструменты анализа отчётов и всплывающие (iframe) дашборды.
- Подготовка данных и возможности ETL.
- Моделирование данных с помощью SQL для их реляционного отображения.

## DataGrip

[DataGrip](#) — это IDE для баз данных от JetBrains с выделенной поддержкой ClickHouse. Он также встроен в другие инструменты на основе IntelliJ: PyCharm, IntelliJ IDEA, GoLand, PhpStorm и другие.

Основные возможности:

- Очень быстрое дополнение кода.
- Подсветка синтаксиса для SQL диалекта ClickHouse.
- Поддержка функций, специфичных для ClickHouse, например вложенных столбцов, движков таблиц.
- Редактор данных.
- Рефакторинги.
- Поиск и навигация.

## Прокси-серверы от сторонних разработчиков

### chproxy

[chproxy](#) — это http-прокси и балансировщик нагрузки для базы данных ClickHouse.

Основные возможности:

- Индивидуальная маршрутизация и кэширование ответов;
- Гибкие ограничения;
- Автоматическое продление SSL сертификатов.

Реализован на Go.

### KittenHouse

[KittenHouse](#) предназначен для использования в качестве локального прокси-сервера между ClickHouse и вашим сервером приложений в случае, если буферизовать данные INSERT на стороне приложения не представляется возможным или не удобно.

Основные возможности:

- Буферизация данных в памяти и на диске;
- Маршрутизация по таблицам;
- Балансировка нагрузки и проверка работоспособности.

Реализован на Go.

### ClickHouse-Bulk

[ClickHouse-Bulk](#) — простой сборщик вставок ClickHouse.

Особенности:

- Группировка запросов и отправка по порогу или интервалу;
- Несколько удаленных серверов;
- Базовая аутентификация.

Реализован на Go.

## Движки баз данных

Движки баз данных обеспечивают работу с таблицами.

По умолчанию ClickHouse использует собственный движок баз данных, который поддерживает конфигурируемые [движки таблиц](#) и [диалект SQL](#).

Также можно использовать следующие движки баз данных:

- [MySQL](#)

### MySQL

Позволяет подключаться к базам данных на удалённом MySQL сервере и выполнять запросы `INSERT` и `SELECT` для обмена данными между ClickHouse и MySQL.

Движок баз данных `MySQL` транслирует запросы при передаче на сервер MySQL, что позволяет выполнять и другие виды запросов, например `SHOW TABLES` или `SHOW CREATE TABLE`.

Не поддерживаемые виды запросов:

- `ATTACH / DETACH`
- `DROP`
- `RENAME`
- `CREATE TABLE`
- `ALTER`

### Создание базы данных

```
CREATE DATABASE [IF NOT EXISTS] db_name [ON CLUSTER cluster]
ENGINE = MySQL('host:port', 'database', 'user', 'password')
```

Параметры движка

- `host:port` — адрес сервера MySQL.
- `database` — имя базы данных на удалённом сервере.
- `user` — пользователь MySQL.
- `password` — пароль пользователя.

### Поддержка типов данных

MySQL	ClickHouse
UNSIGNED TINYINT	UInt8
TINYINT	Int8
UNSIGNED SMALLINT	UInt16
SMALLINT	Int16
UNSIGNED INT, UNSIGNED MEDIUMINT	UInt32
INT, MEDIUMINT	Int32
UNSIGNED BIGINT	UInt64
BIGINT	Int64
FLOAT	Float32
DOUBLE	Float64
DATE	Date
DATETIME, TIMESTAMP	DateTime
BINARY	FixedString

Все прочие типы данных преобразуются в [String](#).

[Nullable](#) поддержан.

## Примеры использования

Таблица в MySQL:

```
mysql> USE test;
Database changed

mysql> CREATE TABLE `mysql_table` (
-> `int_id` INT NOT NULL AUTO_INCREMENT,
-> `float` FLOAT NOT NULL,
-> PRIMARY KEY (`int_id`));
Query OK, 0 rows affected (0,09 sec)

mysql> insert into mysql_table (`int_id`, `float`) VALUES (1,2);
Query OK, 1 row affected (0,00 sec)

mysql> select * from mysql_table;
+-----+-----+
| int_id | value |
+-----+-----+
|    1   |    2   |
+-----+-----+
1 row in set (0,00 sec)
```

База данных в ClickHouse, позволяющая обмениваться данными с сервером MySQL:

```
CREATE DATABASE mysql_db ENGINE = MySQL('localhost:3306', 'test', 'my_user', 'user_password')
```

```
SHOW DATABASES
```

name
default
mysql_db
system

```
SHOW TABLES FROM mysql_db
```

name
mysql_table

```
SELECT * FROM mysql_db.mysql_table
```

int_id	value
1	2

```
INSERT INTO mysql_db.mysql_table VALUES (3,4)
```

```
SELECT * FROM mysql_db.mysql_table
```

int_id	value
1	2
3	4

## Движки таблиц

Движок таблицы (тип таблицы) определяет:

- Как и где хранятся данные, куда их писать и откуда читать.
- Какие запросы поддерживаются и каким образом.
- Конкурентный доступ к данным.
- Использование индексов, если есть.
- Возможно ли многопоточное выполнение запроса.
- Параметры репликации данных.

### Семейства движков

#### MergeTree

Наиболее универсальные и функциональные движки таблиц для задач с высокой загрузкой. Общим свойством этих движков является быстрая вставка данных с последующей фоновой обработкой данных. Движки \*MergeTree поддерживает репликацию данных (в Replicated\* версиях движков), партиционирование, и другие возможности не поддержанные для других движков.

Движки семейства:

- MergeTree

- [ReplacingMergeTree](#)
- [SummingMergeTree](#)
- [AggregatingMergeTree](#)
- [CollapsingMergeTree](#)
- [VersionedCollapsingMergeTree](#)
- [GraphiteMergeTree](#)

## Log

Простые [движки](#) с минимальной функциональностью. Они наиболее эффективны, когда вам нужно быстро записать много небольших таблиц (до примерно 1 миллиона строк) и прочитать их позже целиком.

Движки семейства:

- [TinyLog](#)
- [StripeLog](#)
- [Log](#)

## Движки для интеграции

Движки для связи с другими системами хранения и обработки данных.

Движки семейства:

- [Kafka](#)
- [MySQL](#)
- [ODBC](#)
- [JDBC](#)

## Специальные движки

Движки семейства:

- [Distributed](#)
- [MaterializedView](#)
- [Dictionary](#)
- [Merge](#)
- [File](#)
- [Null](#)
- [Set](#)
- [Join](#)
- [URL](#)
- [View](#)
- [Memory](#)
- [Buffer](#)

## Виртуальные столбцы

Виртуальный столбец — это неотъемлемый атрибут движка таблиц, определенный в исходном коде движка.

Виртуальные столбцы не надо указывать в запросе `CREATE TABLE` и их не отображаются в результатах запросов `SHOW CREATE TABLE` и `DESCRIBE TABLE`. Также виртуальные столбцы доступны только для чтения, поэтому вы не можете вставлять в них данные.

Чтобы получить данные из виртуального столбца, необходимо указать его название в запросе `SELECT`. `SELECT *` не отображает данные из виртуальных столбцов.

При создании таблицы со столбцом, имя которого совпадает с именем одного из виртуальных столбцов таблицы, виртуальный столбец становится недоступным. Не делайте так. Чтобы помочь избежать конфликтов, имена виртуальных столбцов обычно предваряются подчеркиванием.

## MergeTree

Движок `MergeTree`, а также другие движки этого семейства (`*MergeTree`) — это наиболее функциональные движки таблиц ClickHouse.

Основная идея, заложенная в основу движков семейства `MergeTree` следующая. Когда у вас есть огромное количество данных, которые должны быть вставлены в таблицу, вы должны быстро записать их по частям, а затем объединить части по некоторым правилам в фоновом режиме. Этот метод намного эффективнее, чем постоянная перезапись данных в хранилище при вставке.

Основные возможности:

- Хранит данные, отсортированные по первичному ключу.

Это позволяет создавать разреженный индекс небольшого объёма, который позволяет быстрее находить данные.

- Позволяет оперировать партициями, если задан [ключ партиционирования](#).

ClickHouse поддерживает отдельные операции с партициями, которые работают эффективнее, чем общие операции с этим же результатом над этими же данными. Также, ClickHouse автоматически отсекает данные по партициям там, где ключ партиционирования указан в запросе. Это также увеличивает эффективность выполнения запросов.

- Поддерживает репликацию данных.

Для этого используется семейство таблиц `ReplicatedMergeTree`. Подробнее читайте в разделе [Репликация данных](#).

- Поддерживает сэмплирование данных.

При необходимости можно задать способ сэмплирования данных в таблице.

### Info

Движок `Merge` не относится к семейству `*MergeTree`.

## Создание таблицы

```

CREATE TABLE [IF NOT EXISTS] [db.]table_name [ON CLUSTER cluster]
(
    name1 [type1] [DEFAULT|MATERIALIZED|ALIAS expr1] [TTL expr1],
    name2 [type2] [DEFAULT|MATERIALIZED|ALIAS expr2] [TTL expr2],
    ...
    INDEX index_name1 expr1 TYPE type1(...) GRANULARITY value1,
    INDEX index_name2 expr2 TYPE type2(...) GRANULARITY value2
) ENGINE = MergeTree()
[PARTITION BY expr]
[ORDER BY expr]
[PRIMARY KEY expr]
[SAMPLE BY expr]
[TTL expr [DELETE|TO DISK 'xxx'|TO VOLUME 'xxx'], ...]
[SETTINGS name=value, ...]

```

Описание параметров смотрите в [описании запроса CREATE](#).

### Note

INDEX — экспериментальная возможность, смотрите [Индексы пропуска данных](#).

## Секции запроса

- `ENGINE` — имя и параметры движка. `ENGINE = MergeTree()`. `MergeTree` не имеет параметров.
- `PARTITION BY` — [ключpartitionирования](#).

Для partitionирования по месяцам используйте выражение `toYYYYMM(date_column)`, где `date_column` — столбец с датой типа `Date`. В этом случае имена partitionей имеют формат "YYYYMM".

- `ORDER BY` — ключ сортировки.

Кортеж столбцов или произвольных выражений. Пример: `ORDER BY (CounterID, EventDate)`.

- `PRIMARY KEY` — первичный ключ, если он [отличается от ключа сортировки](#).

По умолчанию первичный ключ совпадает с ключом сортировки (который задаётся секцией `ORDER BY`). Поэтому в большинстве случаев секцию `PRIMARY KEY` отдельно указывать не нужно.

- `SAMPLE BY` — выражение для сэмплирования.

Если используется выражение для сэмплирования, то первичный ключ должен содержать его. Пример: `SAMPLE BY intHash32(UserID) ORDER BY (CounterID, EventDate, intHash32(UserID))`.

- `TTL` — список правил, определяющих длительности хранения строк, а также задающих правила перемещения частей на определённые тома или диски.

Выражение должно возвращать столбец `Date` или `DateTime`. Пример: `TTL date + INTERVAL 1 DAY`.

Тип правила `DELETE|TO DISK 'xxx'|TO VOLUME 'xxx'` указывает действие, которое будет выполнено с частью, удаление строк (прореживание), перемещение (при выполнении условия для всех строк части) на определённый диск (`TO DISK 'xxx'`) или том (`TO VOLUME 'xxx'`). Поведение по умолчанию соответствует удалению строк (`DELETE`). В списке правил может быть указано только одно выражение с поведением `DELETE`.

Дополнительные сведения смотрите в разделе [TTL для столбцов и таблиц](#)

- `SETTINGS` — дополнительные параметры, регулирующие поведение `MergeTree`:
  - `index_granularity` — максимальное количество строк данных между засечками индекса. По умолчанию — 8192. Смотрите [Хранение данных](#).
  - `index_granularity_bytes` — максимальный размер гранул данных в байтах. По умолчанию — 10Mb. Чтобы ограничить размер гранул только количеством строк, установите значение 0 (не рекомендовано). Смотрите [Хранение данных](#).
  - `enable_mixed_granularity_parts` — включает или выключает переход к ограничению размера гранул с

помощью настройки `index_granularity_bytes`. До версии 19.11, размер гранул ограничивался только настройкой `index_granularity`. Настройка `index_granularity_bytes` улучшает производительность ClickHouse при выборке данных из таблиц с большими (десятки и сотни мегабайтов) строками. Если у вас есть таблицы с большими строками, можно включить эту настройку, чтобы повысить эффективность запросов `SELECT`.

- `use_minimalistic_part_header_in_zookeeper` — Способ хранения заголовков кусков данных в ZooKeeper. Если `use_minimalistic_part_header_in_zookeeper = 1`, то ZooKeeper хранит меньше данных. Подробнее читайте в [описании настройки](#) в разделе "Конфигурационные параметры сервера".
- `min_merge_bytes_to_use_direct_io` — минимальный объем данных при слиянии, необходимый для прямого (небуферизованного) чтения/записи (direct I/O) на диск. При слиянии частей данных ClickHouse вычисляет общий объем хранения всех данных, подлежащих слиянию. Если общий объем хранения всех данных для чтения превышает `min_bytes_to_use_direct_io` байт, тогда ClickHouse использует флаг `O_DIRECT` при чтении данных с диска. Если `min_merge_bytes_to_use_direct_io = 0`, тогда прямой ввод-вывод отключен. Значение по умолчанию: `10 * 1024 * 1024 * 1024` байтов.
- `merge_with_ttl_timeout` — минимальное время в секундах перед повторным слиянием с TTL. По умолчанию — 86400 (1 день).
- `write_final_mark` — включает или отключает запись последней засечки индекса в конце куска данных. По умолчанию — 1. Не отключайте её.
- `storage_policy` — политика хранения данных. Смотрите [Хранение данных таблицы на нескольких блочных устройствах](#).

Пример задания секций

```
ENGINE MergeTree() PARTITION BY toYYYYMM(EventDate) ORDER BY (CounterID, EventDate, intHash32(userID)) SAMPLE BY  
intHash32(userID) SETTINGS index_granularity=8192
```

В примере мы устанавливаем партиционирование по месяцам.

Также мы задаем выражение для сэмплирования в виде хэша по идентификатору посетителя. Это позволяет псевдослучайным образом перемешать данные в таблице для каждого `CounterID` и `EventDate`. Если при выборке данных задать секцию `SAMPLE`, то ClickHouse вернёт равномерно-псевдослучайную выборку данных для подмножества посетителей.

`index_granularity` можно было не указывать, поскольку 8192 — это значение по умолчанию.

## Устаревший способ создания таблицы

### Attention

Не используйте этот способ в новых проектах и по возможности переведите старые проекты на способ, описанный выше.

```
CREATE TABLE [IF NOT EXISTS] [db.]table_name [ON CLUSTER cluster]
(
    name1 [type1] [DEFAULT|MATERIALIZED|ALIAS expr1],
    name2 [type2] [DEFAULT|MATERIALIZED|ALIAS expr2],
    ...
) ENGINE [=] MergeTree(date-column [, sampling_expression], (primary, key), index_granularity)
```

Параметры MergeTree()

- `date-column` — имя столбца с типом `Date`. На основе этого столбца ClickHouse автоматически создаёт партиции по месяцам. Имена партиций имеют формат `"YYYYMM"`.
- `sampling_expression` — выражение для сэмплирования.
- `(primary, key)` — первичный ключ. Тип — `Tuple()`
- `index_granularity` — гранулярность индекса. Число строк данных между «засечками» индекса. Для большинства задач подходит значение 8192.

Пример

```
MergeTree(EventDate, intHash32(userID), (CounterID, EventDate, intHash32(userID)), 8192)
```

Движок `MergeTree` сконфигурирован таким же образом, как и в примере выше для основного способа конфигурирования движка.

## Хранение данных

Таблица состоит из *кусков* данных (data parts), отсортированных по первичному ключу.

При вставке в таблицу создаются отдельные куски данных, каждый из которых лексикографически отсортирован по первичному ключу. Например, если первичный ключ — `(CounterID, Date)`, то данные в куске будут лежать в порядке `CounterID`, а для каждого `CounterID` в порядке `Date`.

Данные, относящиеся к разным партициям, разбиваются на разные куски. В фоновом режиме ClickHouse выполняет слияния (merge) кусков данных для более эффективного хранения. Куски, относящиеся к разным партициям не объединяются. Механизм слияния не гарантирует, что все строки с одинаковым первичным ключом окажутся в одном куске.

Каждый кусок данных логически делится на гранулы. Гранула — это минимальный неделимый набор данных, который ClickHouse считывает при выборке данных. ClickHouse не разбивает строки и значения и гранула всегда содержит целое число строк. Первая строка гранулы помечается значением первичного ключа для этой строки (засечка). Для каждого куска данных ClickHouse создаёт файл с засечками (индексный файл). Для каждого столбца, независимо от того, входит он в первичный ключ или нет, ClickHouse также сохраняет эти же засечки. Засечки используются для поиска данных напрямую в файлах столбцов.

Размер гранул ограничен настройками движка `index_granularity` и `index_granularity_bytes`. Количество строк в грануле лежит в диапазоне `[1, index_granularity]`, в зависимости от размера строк. Размер гранулы может превышать `index_granularity_bytes` в том случае, когда размер единственной строки в грануле превышает значение настройки. В этом случае, размер гранулы равен размеру строки.

## Первичные ключи и индексы в запросах

Рассмотрим первичный ключ — `(CounterID, Date)`. В этом случае сортировку и индекс можно проиллюстрировать следующим образом:

```
Whole data: [-----]
CounterID: [aaaaaaaaaaaaaaaaaaaaabbbbcdeeeeeeeeeeeefggggggghhhhhhhiiiiiiik|||||||]
Date: [11111112222223331233211112222233321111112122222231111122231112233]
Marks: | | | | | | | | | |
      a,1 a,2 a,3 b,3 e,2 e,3 g,1 h,2 i,1 i,3 l,3
Marks numbers: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
```

Если в запросе к данным указать:

- CounterID IN ('a', 'h') , то сервер читает данные в диапазонах засечек [0, 3) и [6, 8) .
- CounterID IN ('a', 'h') AND Date = 3 , то сервер читает данные в диапазонах засечек [1, 3) и [7, 8) .
- Date = 3 , то сервер читает данные в диапазоне засечек [1, 10] .

Примеры выше показывают, что использование индекса всегда эффективнее, чем full scan.

Разреженный индекс допускает чтение лишних строк. При чтении одного диапазона первичного ключа, может быть прочитано до `index_granularity * 2` лишних строк в каждом блоке данных.

Разреженный индекс почти всегда помещается в оперативную память и позволяет работать с очень большим количеством строк в таблицах.

ClickHouse не требует уникального первичного ключа. Можно вставить много строк с одинаковым первичным ключом.

## Выбор первичного ключа

Количество столбцов в первичном ключе не ограничено явным образом. В зависимости от структуры данных в первичный ключ можно включать больше или меньше столбцов. Это может:

- Увеличить эффективность индекса.

Пусть первичный ключ — `(a, b)` , тогда добавление ещё одного столбца `c` повысит эффективность, если выполнены условия:

- Есть запросы с условием на столбец `c` .
- Часто встречаются достаточно длинные (в несколько раз больше `index_granularity` ) диапазоны данных с одинаковыми значениями `(a, b)` . Иначе говоря, когда добавление ещё одного столбца позволит пропускать достаточно длинные диапазоны данных.

- Улучшить сжатие данных.

ClickHouse сортирует данные по первичному ключу, поэтому чем выше однородность, тем лучше сжатие.

- Обеспечить дополнительную логику при слиянии кусков данных в движках [CollapsingMergeTree](#) и [SummingMergeTree](#).

В этом случае имеет смысл указать отдельный *ключ сортировки*, отличающийся от первичного ключа.

Длинный первичный ключ будет негативно влиять на производительность вставки и потребление памяти, однако на производительность ClickHouse при запросах `SELECT` лишние столбцы в первичном ключе не влияют.

## Первичный ключ, отличный от ключа сортировки

Существует возможность задать первичный ключ (выражение, значения которого будут записаны в индексный файл для каждой засечки), отличный от ключа сортировки (выражение, по которому будут упорядочены строки в кусках данных). Кортеж выражения первичного ключа при этом должен быть префиксом кортежа выражения ключа сортировки.

Данная возможность особенно полезна при использовании движков [SummingMergeTree](#) и [AggregatingMergeTree](#). В типичном сценарии использования этих движков таблица содержит столбцы двух типов: *измерения* (*dimensions*) и *меры* (*measures*). Типичные запросы агрегируют значения столбцов-мер с произвольной

группировкой и фильтрацией по измерениям. Так как `SummingMergeTree` и `AggregatingMergeTree` производят фоновую агрегацию строк с одинаковым значением ключа сортировки, приходится добавлять в него все столбцы-измерения. В результате выражение ключа содержит большой список столбцов, который приходится постоянно расширять при добавлении новых измерений.

В этом сценарии имеет смысл оставить в первичном ключе всего несколько столбцов, которые обеспечат эффективную фильтрацию по индексу, а остальные столбцы-измерения добавить в выражение ключа сортировки.

[ALTER ключа сортировки](#) — лёгкая операция, так как при одновременном добавлении нового столбца в таблицу и ключ сортировки не нужно изменять данные кусков (они остаются упорядоченными и по новому выражению ключа).

## Использование индексов и партиций в запросах

Для запросов `SELECT` ClickHouse анализирует возможность использования индекса. Индекс может использоваться, если в секции `WHERE/PREWHERE`, в качестве одного из элементов конъюнкции, или целиком, есть выражение, представляющее операции сравнения на равенства, неравенства, а также `IN` или `LIKE` с фиксированным префиксом, над столбцами или выражениями, входящими в первичный ключ или ключ партиционирования, либо над некоторыми частично монотонными функциями от этих столбцов, а также логические связки над такими выражениями.

Таким образом, обеспечивается возможность быстро выполнять запросы по одному или многим диапазонам первичного ключа. Например, в указанном примере будут быстро работать запросы для конкретного счётчика; для конкретного счётчика и диапазона дат; для конкретного счётчика и даты, для нескольких счётчиков и диапазона дат и т. п.

Рассмотрим движок сконфигурированный следующим образом:

```
ENGINE MergeTree() PARTITION BY toYYYYMM(EventDate) ORDER BY (CounterID, EventDate) SETTINGS index_granularity=8192
```

В этом случае в запросах:

```
SELECT count() FROM table WHERE EventDate = toDate(now()) AND CounterID = 34
SELECT count() FROM table WHERE EventDate = toDate(now()) AND (CounterID = 34 OR CounterID = 42)
SELECT count() FROM table WHERE ((EventDate >= toDate('2014-01-01') AND EventDate <= toDate('2014-01-31')) OR EventDate = toDate('2014-05-01')) AND CounterID IN (101500, 731962, 160656) AND (CounterID = 101500 OR EventDate != toDate('2014-05-01'))
```

ClickHouse будет использовать индекс по первичному ключу для отсечения не подходящих данных, а также ключ партиционирования по месяцам для отсечения партиций, которые находятся в не подходящих диапазонах дат.

Запросы выше показывают, что индекс используется даже для сложных выражений. Чтение из таблицы организовано так, что использование индекса не может быть медленнее, чем `full scan`.

В примере ниже индекс не может использоваться.

```
SELECT count() FROM table WHERE CounterID = 34 OR URL LIKE '%upachka%'
```

Чтобы проверить, сможет ли ClickHouse использовать индекс при выполнении запроса, используйте настройки `force_index_by_date` и `force_primary_key`.

Ключ партиционирования по месяцам обеспечивает чтение только тех блоков данных, которые содержат даты из нужного диапазона. При этом блок данных может содержать данные за многие даты (до целого месяца). В пределах одного блока данные упорядочены по первичному ключу, который может не содержать дату в качестве первого столбца. В связи с этим, при использовании запроса с указанием условия только на дату, но не на префикс первичного ключа, будет читаться данных больше, чем за одну дату.

## Использование индекса для частично-монотонных первичных ключей

Рассмотрим, например, дни месяца. Они образуют последовательность [монотонную](#) в течение одного месяца, но не монотонную на более длительных периодах. Это частично-монотонная последовательность. Если пользователь создаёт таблицу с частично-монотонным первичным ключом, ClickHouse как обычно создаёт разреженный индекс. Когда пользователь выбирает данные из такого рода таблиц, ClickHouse анализирует условия запроса. Если пользователь хочет получить данные между двумя метками индекса, и обе эти метки находятся внутри одного месяца, ClickHouse может использовать индекс в данном конкретном случае, поскольку он может рассчитать расстояние между параметрами запроса и индексными метками.

ClickHouse не может использовать индекс, если значения первичного ключа в диапазоне параметров запроса не представляют собой монотонную последовательность. В этом случае ClickHouse использует метод полного сканирования.

ClickHouse использует эту логику не только для последовательностей дней месяца, но и для любого частично-монотонного первичного ключа.

## Индексы пропуска данных (экспериментальная функциональность)

Для использования требуется установить настройку `allow_experimental_data_skipping_indices` в 1. (запустить `SET allow_experimental_data_skipping_indices = 1`).

Объявление индексов при определении столбцов в запросе `CREATE`.

```
INDEX index_name expr TYPE type(...) GRANULARITY granularity_value
```

Для таблиц семейства `*MergeTree` можно задать дополнительные индексы в секции столбцов.

Индексы агрегируют для заданного выражения некоторые данные, а потом при `SELECT` запросе используют для пропуска блоков данных (пропускаемый блок состоит из гранул данных в количестве равном гранулярности данного индекса), на которых секция `WHERE` не может быть выполнена, тем самым уменьшая объем данных читаемых с диска.

Пример

```
CREATE TABLE table_name
(
    u64 UInt64,
    i32 Int32,
    s String,
    ...
    INDEX a (u64 * i32, s) TYPE minmax GRANULARITY 3,
    INDEX b (u64 * length(s)) TYPE set(1000) GRANULARITY 4
) ENGINE = MergeTree()
...
```

Эти индексы смогут использоваться для оптимизации следующих запросов

```
SELECT count() FROM table WHERE s < 'z'
SELECT count() FROM table WHERE u64 * i32 == 10 AND u64 * length(s) >= 1234
```

## ДОСТУПНЫЕ ИНДЕКСЫ

- `minmax` — Хранит минимум и максимум выражения (если выражение - `tuple`, то для каждого элемента `tuple`), используя их для пропуска блоков аналогично первичному ключу.
- `set(max_rows)` — Хранит уникальные значения выражения на блоке в количестве не более `max_rows` (если `max_rows = 0`, то ограничений нет), используя их для пропуска блоков, оценивая выполнимость `WHERE` выражения на хранимых данных.

- `bloom_filter([false_positive])` — **фильтр Блума** для указанных столбцов.

Необязательный параметр `false_positive` — это вероятность получения ложноположительного срабатывания.

Возможные значения: (0, 1). Значение по умолчанию: 0.025.

Поддержанные типы данных: `Int*`, `UInt*`, `Float*`, `Enum`, `Date`, `DateTime`, `String`, `FixedString`.

Фильтром могут пользоваться функции: `equals`, `notEquals`, `in`, `notIn`.

## Примеры

```
INDEX b (u64 * length(str), i32 + f64 * 100, date, str) TYPE minmax GRANULARITY 4
INDEX b (u64 * length(str), i32 + f64 * 100, date, str) TYPE set(100) GRANULARITY 4
```

## ПОДДЕРЖКА ДЛЯ ФУНКЦИЙ

Условия в секции `WHERE` содержат вызовы функций, оперирующих со столбцами. Если столбец - часть индекса, ClickHouse пытается использовать индекс при выполнении функции. Для разных видов индексов, ClickHouse поддерживает различные наборы функций, которые могут использоваться индексами.

Индекс `set` используется со всеми функциями. Наборы функций для остальных индексов представлены в таблице ниже.

Function (operator) / Index	primary key	minmax	ngrambf_v1	tokenbf_v1	bloom_filter
<code>equals (=, ==)</code>	✓	✓	✓	✓	✓
<code>notEquals(!=, &lt;&gt;)</code>	✓	✓	✓	✓	✓
<code>like</code>	✓	✓	✓	✗	✗
<code>notLike</code>	✓	✓	✓	✓	✗
<code>startsWith</code>	✓	✓	✓	✓	✗
<code>endsWith</code>	✗	✗	✓	✓	✗
<code>multiSearchAny</code>	✗	✗	✓	✓	✗
<code>in</code>	✓	✓	✓	✓	✓
<code>notIn</code>	✓	✓	✓	✓	✓
<code>less (&lt;)</code>	✓	✓	✗	✗	✗
<code>greater (&gt;)</code>	✓	✓	✗	✗	✗
<code>lessOrEquals (&lt;=)</code>	✓	✓	✗	✗	✗
<code>greaterOrEquals (&gt;=)</code>	✓	✓	✗	✗	✗
<code>empty</code>	✓	✓	✗	✗	✗
<code>notEmpty</code>	✓	✓	✗	✗	✗
<code>hasToken</code>	✗	✗	✗	✓	✗

Функции с постоянным аргументом, который меньше, чем размер ngram не могут использовать индекс

`ngrambf_v1` для оптимизации запроса.

Фильтры Блума могут иметь ложнопозитивные срабатывания, следовательно индексы `ngrambf_v1`, `tokenbf_v1` и `bloom_filter` невозможно использовать для оптимизации запросов, в которых результат функции предполается `false`, например:

- Можно оптимизировать:

- `s LIKE '%test%'`
- `NOT s NOT LIKE '%test%'`
- `s = 1`
- `NOT s != 1`
- `startsWith(s, 'test')`

- Нельзя оптимизировать:

- `NOT s LIKE '%test%'`
- `s NOT LIKE '%test%'`
- `NOT s = 1`
- `s != 1`
- `NOT startsWith(s, 'test')`

## Конкурентный доступ к данным

Для конкурентного доступа к таблице используется мультиверсионность. То есть, при одновременном чтении и обновлении таблицы, данные будут читаться из набора кусочков, актуального на момент запроса. Длинных блокировок нет. Вставки никак не мешают чтениям.

Чтения из таблицы автоматически распараллеливаются.

## TTL для столбцов и таблиц

Определяет время жизни значений, а также правила перемещения данных на другой диск или том.

Секция `TTL` может быть установлена как для всей таблицы, так и для каждого отдельного столбца. Правила `TTL` для таблицы позволяют указать целевые диски или тома для фонового перемещения на них частей данных.

Выражения должны возвращать тип `Date` или `DateTime`.

Для задания времени жизни столбца, например:

```
TTL time_column  
TTL time_column + interval
```

Чтобы задать `interval`, используйте операторы [интервала времени](#).

```
TTL date_time + INTERVAL 1 MONTH  
TTL date_time + INTERVAL 15 HOUR
```

## TTL столбца

Когда срок действия значений в столбце истечет, ClickHouse заменит их значениями по умолчанию для типа данных столбца. Если срок действия всех значений столбцов в части данных истек, ClickHouse удаляет столбец из куска данных в файловой системе.

Секцию TTL нельзя использовать для ключевых столбцов.

Примеры:

Создание таблицы с TTL

```
CREATE TABLE example_table
(
    d DateTime,
    a Int TTL d + INTERVAL 1 MONTH,
    b Int TTL d + INTERVAL 1 MONTH,
    c String
)
ENGINE = MergeTree
PARTITION BY toYYYYMM(d)
ORDER BY d;
```

Добавление TTL на колонку существующей таблицы

```
ALTER TABLE example_table
MODIFY COLUMN
c String TTL d + INTERVAL 1 DAY;
```

Изменение TTL у колонки

```
ALTER TABLE example_table
MODIFY COLUMN
c String TTL d + INTERVAL 1 MONTH;
```

TTL таблицы

Для таблицы можно задать одно выражение для устаревания данных, а также несколько выражений, по срабатывании которых данные переместятся на [некоторый диск или том](#). Когда некоторые данные в таблице устаревают, ClickHouse удаляет все соответствующие строки.

TTL expr [[DELETE](#)|[TO DISK 'aaa'](#)|[TO VOLUME 'bbb'](#)], ...

За каждым TTL выражением может следовать тип действия, которое выполняется после достижения времени, соответствующего результату TTL выражения:

- [DELETE](#) - удалить данные (действие по умолчанию);
- [TO DISK 'aaa'](#) - переместить данные на диск aaa ;
- [TO VOLUME 'bbb'](#) - переместить данные на том bbb .

Примеры:

```
CREATE TABLE example_table
(
    d DateTime,
    a Int
)
ENGINE = MergeTree
PARTITION BY toYYYYMM(d)
ORDER BY d
TTL d + INTERVAL 1 MONTH [DELETE],
d + INTERVAL 1 WEEK TO VOLUME 'aaa',
d + INTERVAL 2 WEEK TO DISK 'bbb';
```

Изменение TTL

```
ALTER TABLE example_table
    MODIFY TTL d + INTERVAL 1 DAY;
```

## Удаление данных

Данные с истекшим TTL удаляются, когда ClickHouse мёржит куски данных.

Когда ClickHouse видит, что некоторые данные устарели, он выполняет внеплановые мёржи. Для управление частотой подобных мёржей, можно задать настройку [merge\\_with\\_ttl\\_timeout](#). Если её значение слишком низкое, придется выполнять много внеплановых мёржей, которые могут начать потреблять значительную долю ресурсов сервера.

Если вы выполните запрос `SELECT` между слияниями вы можете получить устаревшие данные. Чтобы избежать этого используйте запрос [OPTIMIZE](#) перед `SELECT`.

## Хранение данных таблицы на нескольких блочных устройствах

### Введение

Движки таблиц семейства MergeTree могут хранить данные на нескольких блочных устройствах. Это может оказаться полезным, например, при неявном разделении данных одной таблицы на "горячие" и "холодные". Наиболее свежая часть занимает малый объем и запрашивается регулярно, а большой хвост исторических данных запрашивается редко. При наличии в системе нескольких дисков, "горячая" часть данных может быть размещена на быстрых дисках (например, на NVMe SSD или в памяти), а холодная на более медленных (например, HDD).

Минимальной перемещаемой единицей для MergeTree является кусок данных (`data part`). Данные одного куска могут находиться только на одном диске. Куски могут перемещаться между дисками в фоне, согласно пользовательским настройкам, а также с помощью запросов [ALTER](#).

### Термины

- Диск — примонтированное в файловой системе блочное устройство.
- Диск по умолчанию — диск, на котором находится путь, указанный в конфигурационной настройке сервера `path`.
- Том (`Volume`) — упорядоченный набор равноценных дисков (схоже с [JBOD](#))
- Политика хранения (`StoragePolicy`) — множество томов с правилами перемещения данных между ними.

У всех описанных сущностей при создании указываются имена, можно найти в системных таблицах `system.storage_policies` и `system.disks`. Имя политики хранения можно указать в настройке `storage_policy` движков таблиц семейства MergeTree .

### Конфигурация

Диски, тома и политики хранения задаются внутри тега `<storage_configuration>` в основном файле `config.xml` или в отдельном файле в директории `config.d` .

Структура конфигурации:

```

<storage_configuration>
  <disks>
    <disk_name_1> <!-- disk name -->
      <path>/mnt/fast_ssdclickhouse</path>
    </disk_name_1>
    <disk_name_2>
      <path>/mnt/hdd1/clickhouse</path>
      <keep_free_space_bytes>10485760</keep_free_space_bytes>
    </disk_name_2>
    <disk_name_3>
      <path>/mnt/hdd2/clickhouse</path>
      <keep_free_space_bytes>10485760</keep_free_space_bytes>
    </disk_name_3>
    ...
  </disks>
  ...
</storage_configuration>

```

Тэги:

- `<disk_name_N>` — имя диска. Имена должны быть разными для всех дисков.
- `path` — путь по которому будут храниться данные сервера (каталоги `data` и `shadow`), должен быть терминирован `/`.
- `keep_free_space_bytes` — размер зарезервированного свободного места на диске.

Порядок задания дисков не имеет значения.

Общий вид конфигурации политик хранения:

```

<storage_configuration>
  ...
  <policies>
    <policy_name_1>
      <volumes>
        <volume_name_1>
          <disk>disk_name_from_disks_configuration</disk>
          <max_data_part_size_bytes>1073741824</max_data_part_size_bytes>
        </volume_name_1>
        <volume_name_2>
          <!-- configuration -->
        </volume_name_2>
        <!-- more volumes -->
      </volumes>
      <move_factor>0.2</move_factor>
    </policy_name_1>
    <policy_name_2>
      <!-- configuration -->
    </policy_name_2>
    ...
  </policies>
  ...
</storage_configuration>

```

Тэги:

- `policy_name_N` — название политики. Названия политик должны быть уникальны.
- `volume_name_N` — название тома. Названия томов должны быть уникальны.
- `disk` — диск, находящийся внутри тома.
- `max_data_part_size_bytes` — максимальный размер куска данных, который может находиться на любом из дисков этого тома.

- `move_factor` — доля свободного места, при превышении которого данные начинают перемещаться на следующий том, если он есть (по умолчанию 0.1).

Примеры конфигураций:

```
<storage_configuration>
...
<policies>
  <hdd_in_order> <!-- policy name -->
    <volumes>
      <single> <!-- volume name -->
        <disk>disk1</disk>
        <disk>disk2</disk>
      </single>
    </volumes>
  </hdd_in_order>

  <moving_from_ss_to_hdd>
    <volumes>
      <hot>
        <disk>fast_ss</disk>
        <max_data_part_size_bytes>1073741824</max_data_part_size_bytes>
      </hot>
      <cold>
        <disk>disk1</disk>
      </cold>
    </volumes>
    <move_factor>0.2</move_factor>
  </moving_from_ss_to_hdd>
</policies>
...
</storage_configuration>
```

В приведенном примере, политика `hdd_in_order` реализует принцип [round-robin](#). Так как в политике есть всего один том (`single`), то все записи производятся на его диски по круговому циклу. Такая политика может быть полезна при наличии в системе нескольких похожих дисков, но при этом не сконфигурирован RAID. Учтите, что каждый отдельный диск ненадёжен и чтобы не потерять важные данные это необходимо скомпенсировать за счет хранения данных в трёх копиях.

Если система содержит диски различных типов, то может пригодиться политика `moving_from_ss_to_hdd`. В томе `hot` находится один SSD-диск (`fast_ss`), а также задается ограничение на максимальный размер куска, который может храниться на этом томе (1GB). Все куски такой таблицы больше 1GB будут записываться сразу на том `cold`, в котором содержится один HDD-диск `disk1`. Также, при заполнении диска `fast_ss` более чем на 80% данные будут переносится на диск `disk1` фоновым процессом.

Порядок томов в политиках хранения важен, при достижении условий на переполнение тома данные переносятся на следующий. Порядок дисков в томах так же важен, данные пишутся по очереди на каждый из них.

После задания конфигурации политик хранения их можно использовать, как настройку при создании таблиц:

```
CREATE TABLE table_with_non_default_policy (
  EventDate Date,
  OrderID UInt64,
  BannerID UInt64,
  SearchPhrase String
) ENGINE = MergeTree
ORDER BY (OrderID, BannerID)
PARTITION BY toYYYYMM(EventDate)
SETTINGS storage_policy = 'moving_from_ss_to_hdd'
```

По умолчанию используется политика хранения `default` в которой есть один том и один диск, указанный в `<path>`. В данный момент менять политику хранения после создания таблицы нельзя.

## Особенности работы

В таблицах MergeTree данные попадают на диск несколькими способами:

- В результате вставки (запрос `INSERT`).
- В фоновых операциях слияний и [мутаций](#).
- При скачивании данных с другой реплики.
- В результате заморозки партиций [ALTER TABLE ... FREEZE PARTITION](#).

Во всех случаях, кроме мутаций и заморозки партиций, при записи куска выбирается том и диск в соответствии с указанной конфигурацией хранилища:

1. Выбирается первый по порядку том, на котором есть свободное место для записи куска (`unreserved_space > current_part_size`) и который позволяет записывать куски требуемого размера `max_data_part_size_bytes > current_part_size`.
2. Внутри тома выбирается следующий диск после того, на который была предыдущая запись и на котором свободного места больше чем размер куска (`unreserved_space - keep_free_space_bytes > current_part_size`)

Мутации и запросы заморозки партиций в реализации используют [жесткие ссылки](#). Жесткие ссылки между различными дисками не поддерживаются, поэтому в случае таких операций куски размещаются на тех же дисках, что и исходные.

В фоне куски перемещаются между томами на основе информации о занятом месте (настройка `move_factor`) по порядку, в котором указаны тома в конфигурации. Данные никогда не перемещаются с последнего тома и на первый том. Следить за фоновыми перемещениями можно с помощью системных таблиц [system.part\\_log](#) (поле `type = MOVE_PART`) и [system.parts](#) (поля `path` и `disk`). Также подробная информация о перемещениях доступна в логах сервера.

С помощью запроса [ALTER TABLE ... MOVE PART|PARTITION ... TO VOLUME|DISK ...](#) пользователь может принудительно перенести кусок или партицию с одного раздела на другой. При этом учитываются все ограничения, указанные для фоновых операций. Запрос самостоятельно инициирует процесс перемещения не дожидаясь фоновых операций. В случае недостатка места или неудовлетворения ограничениям пользователь получит сообщение об ошибке.

Перемещения данных не взаимодействуют с репликацией данных, поэтому на разных репликах одной и той же таблицы могут быть указаны разные политики хранения.

После выполнения фоновых слияний или мутаций старые куски не удаляются сразу, а через некоторое время (табличная настройка `old_parts_lifetime`). Также они не перемещаются на другие тома или диски, поэтому до момента удаления они продолжают учитываться при подсчёте занятого дискового пространства.

## Репликация данных

Репликация поддерживается только для таблиц семейства MergeTree:

- ReplicatedMergeTree
- ReplicatedSummingMergeTree
- ReplicatedReplacingMergeTree
- ReplicatedAggregatingMergeTree
- ReplicatedCollapsingMergeTree
- ReplicatedVersionedCollapsingMergeTree
- ReplicatedGraphiteMergeTree

Репликация работает на уровне отдельных таблиц, а не всего сервера. То есть, на сервере могут быть

расположены одновременно реплицируемые и не реплицируемые таблицы.

Репликация не зависит от шардирования. На каждом шарде репликация работает независимо.

Реплицируются сжатые данные запросов `INSERT`, `ALTER` (см. подробности в описании запроса [ALTER](#)).

Запросы `CREATE`, `DROP`, `ATTACH`, `DETACH` и `RENAME` выполняются на одном сервере и не реплицируются:

- Запрос `CREATE TABLE` создаёт новую реплицируемую таблицу на том сервере, где его выполнили. Если таблица уже существует на других серверах, запрос добавляет новую реплику.
- `DROP TABLE` удаляет реплику, расположенную на том сервере, где выполняется запрос.
- Запрос `RENAME` переименовывает таблицу на одной реплик. Другими словами, реплицируемые таблицы на разных репликах могут называться по-разному.

ClickHouse хранит метаинформацию о репликах в [Apache ZooKeeper](#). Используйте ZooKeeper 3.4.5 или новее.

Для использования репликации, установите параметры в секции [zookeeper](#) конфигурации сервера.

!!! attention "Внимание" Не пренебрегайте настройками безопасности. ClickHouse поддерживает [ACL схему](#) digest подсистемы безопасности ZooKeeper.

Пример указания адресов кластера ZooKeeper:

```
<zookeeper>
  <node index="1">
    <host>example1</host>
    <port>2181</port>
  </node>
  <node index="2">
    <host>example2</host>
    <port>2181</port>
  </node>
  <node index="3">
    <host>example3</host>
    <port>2181</port>
  </node>
</zookeeper>
```

Можно указать любой имеющийся у вас ZooKeeper-кластер - система будет использовать в нём одну директорию для своих данных (директория указывается при создании реплицируемой таблицы).

Если в конфигурационном файле не настроен ZooKeeper, то вы не сможете создать реплицируемые таблицы, а уже имеющиеся реплицируемые таблицы будут доступны в режиме только на чтение.

При запросах `SELECT`, ZooKeeper не используется, т.е. репликация не влияет на производительность `SELECT` и запросы работают так же быстро, как и для нереплицируемых таблиц. При запросах к распределенным реплицированным таблицам поведение ClickHouse регулируется настройками [max\\_replica\\_delay\\_for\\_distributed\\_queries](#) и [fallback\\_to\\_stale\\_replicas\\_for\\_distributed\\_queries](#).

При каждом запросе `INSERT`, делается около десятка записей в ZooKeeper в рамках нескольких транзакций. (Чтобы быть более точным, это для каждого вставленного блока данных; запрос `INSERT` содержит один блок или один блок на `max_insert_block_size = 1048576` строк.) Это приводит к некоторому увеличению задержек при `INSERT`, по сравнению с нереплицируемыми таблицами. Но если придерживаться обычных рекомендаций - вставлять данные пачками не более одного `INSERT` в секунду, то это не составляет проблем. На всём кластере ClickHouse, использующим для координации один кластер ZooKeeper, может быть в совокупности несколько сотен `INSERT` в секунду. Пропускная способность при вставке данных (количество строчек в секунду) такая же высокая, как для нереплицируемых таблиц.

Для очень больших кластеров, можно использовать разные кластеры ZooKeeper для разных шардов. Впрочем, на кластере Яндекс.Метрики (примерно 300 серверов) такой необходимости не возникает.

Репликация асинхронная, мульти-мастер. Запросы `INSERT` и `ALTER` можно направлять на любой доступный сервер. Данные вставляются на сервер, где выполнен запрос, а затем скопируются на остальные серверы. В связи с асинхронностью, только что вставленные данные появляются на остальных репликах с небольшой задержкой. Если часть реплик недоступна, данные на них запишутся тогда, когда они станут доступны. Если реплика доступна, то задержка составляет столько времени, сколько требуется для передачи блока сжатых данных по сети.

По умолчанию, запрос `INSERT` ждёт подтверждения записи только от одной реплики. Если данные были успешно записаны только на одну реплику, и сервер с этой репликой перестал существовать, то записанные данные будут потеряны. Вы можете включить подтверждение записи от нескольких реплик, используя настройку `insert_quorum`.

Каждый блок данных записывается атомарно. Запрос `INSERT` разбивается на блоки данных размером до `max_insert_block_size = 1048576` строк. То есть, если в запросе `INSERT` менее 1048576 строк, то он делается атомарно.

Блоки данных дедуплицируются. При многократной записи одного и того же блока данных (блоков данных одинакового размера, содержащих одни и те же строчки в одном и том же порядке), блок будет записан только один раз. Это сделано для того, чтобы в случае сбоя в сети, когда клиентское приложение не может понять, были ли данные записаны в БД, можно было просто повторить запрос `INSERT`. При этом не имеет значения, на какую реплику будут отправлены `INSERT`-ы с одинаковыми данными. Запрос `INSERT` идемпотентный. Параметры дедуплицирования регулируются настройками сервера `merge_tree`

При репликации, по сети передаются только исходные вставляемые данные. Дальнейшие преобразования данных (слияния) координируются и делаются на всех репликах одинаковым образом. За счёт этого минимизируется использование сети, и благодаря этому, репликация хорошо работает при расположении реплик в разных data-центрах. (Стоит заметить, что дублирование данных в разных data-центрах, по сути, является основной задачей репликации).

Количество реплик одних и тех же данных может быть произвольным. В Яндекс.Метрике в продакшнене используется двукратная репликация. На каждом сервере используется RAID-5 или RAID-6, в некоторых случаях RAID-10. Это является сравнительно надёжным и удобным для эксплуатации решением.

Система следит за синхронностью данных на репликах и умеет восстанавливаться после сбоя. Восстановление после сбоя автоматическое (в случае небольших различий в данных) или полуавтоматическое (когда данные отличаются слишком сильно, что может свидетельствовать об ошибке конфигурации).

## Создание реплицируемых таблиц

В начало имени движка таблицы добавляется `Replicated`. Например, `ReplicatedMergeTree`.

### Параметры `Replicated*MergeTree`

- `zoo_path` — путь к таблице в ZooKeeper.
- `replica_name` — имя реплики в ZooKeeper.

Пример:

```
CREATE TABLE table_name
(
    EventDate DateTime,
    CounterID UInt32,
    UserID UInt32
) ENGINE = ReplicatedMergeTree('/clickhouse/tables/{layer}-{shard}/table_name', '{replica}')
PARTITION BY toYYYYMM(EventDate)
ORDER BY (CounterID, EventDate, intHash32(UserID))
SAMPLE BY intHash32(UserID)
```

## Пример в устаревшем синтаксисе

```
CREATE TABLE table_name
(
    EventDate DateTime,
    CounterID UInt32,
    UserID UInt32
) ENGINE = ReplicatedMergeTree('/clickhouse/tables/{layer}-{shard}/table_name', '{replica}', EventDate, intHash32(UserID), (CounterID,
EventDate, intHash32(UserID), EventTime), 8192)
```

Как видно в примере, эти параметры могут содержать подстановки в фигурных скобках. Подставляемые значения достаются из конфигурационного файла, из секции `macros`. Пример:

```
<macros>
<layer>05</layer>
<shard>02</shard>
<replica>example05-02-1.yandex.ru</replica>
</macros>
```

Путь к таблице в ZooKeeper должен быть разным для каждой реплицируемой таблицы. В том числе, для таблиц на разных шардах, должны быть разные пути. В данном случае, путь состоит из следующих частей:

`/clickhouse/tables/` — общий префикс. Рекомендуется использовать именно его.

`{layer}-{shard}` — идентификатор шарда. В данном примере он состоит из двух частей, так как на кластере Яндекс.Метрики используется двухуровневое шардирование. Для большинства задач, оставьте только подстановку `{shard}`, которая будет раскрываться в идентификатор шарда.

`table_name` - имя узла для таблицы в ZooKeeper. Разумно делать его таким же, как имя таблицы. Оно указывается явно, так как, в отличие от имени таблицы, оно не меняется после запроса `RENAME`.

*Подсказка:* можно также указать имя базы данных перед `table_name`, например `db_name.table_name`

Имя реплики — то, что идентифицирует разные реплики одной и той же таблицы. Можно использовать для него имя сервера, как показано в примере. Впрочем, достаточно, чтобы имя было уникально лишь в пределах каждого шарда.

Можно не использовать подстановки, а указать соответствующие параметры явно. Это может быть удобным для тестирования и при настройке маленьких кластеров. Однако в этом случае нельзя пользоваться распределенными DDL-запросами (`ON CLUSTER`).

При работе с большими кластерами мы рекомендуем использовать подстановки, они уменьшают вероятность ошибки.

Выполните запрос `CREATE TABLE` на каждой реплике. Запрос создаёт новую реплицируемую таблицу, или добавляет новую реплику к имеющимся.

Если вы добавляете новую реплику после того, как таблица на других репликах уже содержит некоторые данные, то после выполнения запроса, данные на новую реплику будут скачаны с других реплик. То есть, новая реплика синхронизирует себя с остальными.

Для удаления реплики, выполните запрос `DROP TABLE`. При этом, удаляется только одна реплика — расположенная на том сервере, где вы выполняете запрос.

## Восстановление после сбоя

Если при старте сервера, недоступен ZooKeeper, реплицируемые таблицы переходят в режим только для чтения. Система будет пытаться периодически установить соединение с ZooKeeper.

Если при `INSERT` недоступен ZooKeeper, или происходит ошибка при взаимодействии с ним, будет выкинуто исключение.

При подключении к ZooKeeper, система проверяет соответствие между имеющимся в локальной файловой системе набором данных и ожидаемым набором данных (информация о котором хранится в ZooKeeper). Если имеются небольшие несоответствия, то система устраняет их, синхронизируя данные с реплик.

Обнаруженные битые куски данных (с файлами несоответствующего размера) или неизвестные куски (куски, записанные в файловую систему, но информация о которых не была записана в ZooKeeper) переносятся в поддиректорию `detached` (не удаляются). Недостающие куски скачиваются с реплик.

Стоит заметить, что ClickHouse не делает самостоятельно никаких деструктивных действий типа автоматического удаления большого количества данных.

При старте сервера (или создании новой сессии с ZooKeeper), проверяется только количество и размеры всех файлов. Если у файлов совпадают размеры, но изменены байты где-то посередине, то это обнаруживается не сразу, а только при попытке их прочитать при каком-либо запросе `SELECT`. Запрос кинет исключение о несоответствующей чекsumме или размере сжатого блока. В этом случае, куски данных добавляются в очередь на проверку, и при необходимости, скачиваются с реплик.

Если обнаруживается, что локальный набор данных слишком сильно отличается от ожидаемого, то срабатывает защитный механизм. Сервер сообщает об этом в лог и отказывается запускаться. Это сделано, так как такой случай может свидетельствовать об ошибке конфигурации - например, если реплика одного шарда была случайно сконфигурирована, как реплика другого шарда. Тем не менее, пороги защитного механизма поставлены довольно низкими, и такая ситуация может возникнуть и при обычном восстановлении после сбоя. В этом случае, восстановление делается полуавтоматически - "по кнопке".

Для запуска восстановления, создайте в ZooKeeper узел `/path_to_table/replica_name flags/force_restore_data` с любым содержимым или выполните команду для восстановления всех реплицируемых таблиц:

```
$ sudo -u clickhouse touch /var/lib/clickhouse/flags/force_restore_data
```

Затем запустите сервер. При старте, сервер удалит эти флаги и запустит восстановление.

## Восстановление в случае потери всех данных

Если на одном из серверов исчезли все данные и метаданные, восстановление делается следующим образом:

1. Установите на сервер ClickHouse. Корректно пропишите подстановки в конфигурационном файле, отвечающие за идентификатор шарда и реплики, если вы их используете.
2. Если у вас были нереплицируемые таблицы, которые должны быть вручную продублированы на серверах, скопируйте их данные (в директории `/var/lib/clickhouse/data/db_name/table_name/`) с реплики.
3. Скопируйте с реплики определения таблиц, находящиеся в `/var/lib/clickhouse/metadata/`. Если в определениях таблиц, идентификатор шарда или реплики, прописаны в явном виде - исправьте их, чтобы они соответствовали данной реплике. (Альтернативный вариант - запустить сервер и сделать самостоятельно все запросы `ATTACH TABLE`, которые должны были бы быть в соответствующих .sql файлах в `/var/lib/clickhouse/metadata/`.)
4. Создайте в ZooKeeper узел `/path_to_table/replica_name flags/force_restore_data` с любым содержимым или выполните команду для восстановления всех реплицируемых таблиц: `sudo -u clickhouse touch /var/lib/clickhouse/flags/force_restore_data`

Затем запустите сервер (перезапустите, если уже запущен). Данные будут скачаны с реплик.

В качестве альтернативного варианта восстановления, вы можете удалить из ZooKeeper информацию о

потерянной реплике (`/path_to_table/replica_name`), и затем создать реплику заново, как написано в разделе [Создание реплицированных таблиц](#).

Отсутствует ограничение на использование сетевой полосы при восстановлении. Имейте это ввиду, если восстанавливаете сразу много реплик.

## Преобразование из MergeTree в ReplicatedMergeTree

Здесь и далее, под `MergeTree` подразумеваются все движки таблиц семейства `MergeTree`, так же для `ReplicatedMergeTree`.

Если у вас была таблица типа `MergeTree`, репликация которой делалась вручную, вы можете преобразовать её в реплицируемую таблицу. Это может понадобиться лишь в случаях, когда вы уже успели накопить большое количество данных в таблице типа `MergeTree`, а сейчас хотите включить репликацию.

Если на разных репликах данные отличаются, то сначала синхронизируйте их, либо удалите эти данные на всех репликах кроме одной.

Переименуйте имеющуюся `MergeTree` таблицу, затем создайте со старым именем таблицу типа `ReplicatedMergeTree`. Перенесите данные из старой таблицы в поддиректорию `detached` в директории с данными новой таблицы (`/var/lib/clickhouse/data/db_name/table_name/`). Затем добавьте эти куски данных в рабочий набор с помощью выполнения запросов `ALTER TABLE ATTACH PARTITION` на одной из реплик.

## Преобразование из ReplicatedMergeTree в MergeTree

Создайте таблицу типа `MergeTree` с другим именем. Перенесите в её директорию с данными все данные из директории с данными таблицы типа `ReplicatedMergeTree`. Затем удалите таблицу типа `ReplicatedMergeTree` и перезапустите сервер.

Если вы хотите избавиться от таблицы `ReplicatedMergeTree`, не запуская сервер, то

- удалите соответствующий файл `.sql` в директории с метаданными (`/var/lib/clickhouse/metadata/`);
- удалите соответствующий путь в ZooKeeper (`/path_to_table/replica_name`);

После этого, вы можете запустить сервер, создать таблицу типа `MergeTree`, перенести данные в её директорию, и перезапустить сервер.

## Восстановление в случае потери или повреждения метаданных на ZooKeeper кластере

Если данные в ZooKeeper оказались утеряны или повреждены, то вы можете сохранить данные, переместив их в нереплицируемую таблицу, как описано в пункте выше.

## Произвольный ключpartitionирования

Partitionирование данных доступно для таблиц семейства `MergeTree` (включая [реплицированные таблицы](#)). Таблицы [MaterializedView](#), созданные на основе таблиц `MergeTree`, также поддерживают partitionирование.

Партиция – это набор записей в таблице, объединенных по какому-либо критерию. Например, партиция может быть по месяцу, по дню или по типу события. Данные для разных партиций хранятся отдельно. Это позволяет оптимизировать работу с данными, так как при обработке запросов будет использоваться только необходимое подмножество из всевозможных данных. Например, при получении данных за определенный месяц, ClickHouse будет считывать данные только за этот месяц.

Ключ partitionирования задается при [создании таблицы](#), в секции `PARTITION BY expr`. Ключ может представлять

собой произвольное выражение из столбцов таблицы. Например, чтобы задать партиционирования по месяцам, можно использовать выражение `toYYYYMM(date_column)` :

```
CREATE TABLE visits
(
    VisitDate Date,
    Hour UInt8,
    ClientID UUID
)
ENGINE = MergeTree()
PARTITION BY toYYYYMM(VisitDate)
ORDER BY Hour
```

Ключом партиционирования также может быть кортеж из выражений (аналогично [первичному ключу](#)).

Например:

```
ENGINE = ReplicatedCollapsingMergeTree('/clickhouse/tables/name', 'replica1', Sign)
PARTITION BY (toMonday(StartDate), EventType)
ORDER BY (CounterID, StartDate, intHash32(UserID));
```

В этом примере задано партиционирование по типам событий, произошедших в течение текущей недели.

Каждая партиция состоит из отдельных фрагментов или так называемых *кусков данных*. Каждый кусок отсортирован по первичному ключу. При вставке данных в таблицу каждая отдельная запись сохраняется в виде отдельного куска. Через некоторое время после вставки (обычно до 10 минут), ClickHouse выполняет в фоновом режиме слияние данных — в результате куски для одной и той же партиции будут объединены в более крупный кусок.

#### Info

Не рекомендуется делать слишком гранулированное партиционирование — то есть задавать партиции по столбцу, в котором будет слишком большой разброс значений (речь идет о порядке более тысячи партиций). Это приведет к скоплению большого числа файлов и файловых дескрипторов в системе, что может значительно снизить производительность запросов `SELECT`.

Чтобы получить набор кусков и партиций таблицы, можно воспользоваться системной таблицей `system.parts`. В качестве примера рассмотрим таблицу `visits`, в которой задано партиционирование по месяцам. Выполним `SELECT` для таблицы `system.parts`:

```
SELECT
partition,
name,
active
FROM system.parts
WHERE table = 'visits'
```

partition	name	active
201901	201901_1_3_1	0
201901	201901_1_9_2	1
201901	201901_8_8_0	0
201901	201901_9_9_0	0
201902	201902_4_6_1	1
201902	201902_10_10_0	1
201902	201902_11_11_0	1

Столбец `partition` содержит имена всех партиций таблицы. Таблица `visits` из нашего примера содержит две партиции: `201901` и `201902`. Используйте значения из этого столбца в запросах [ALTER ... PARTITION](#).

Столбец `name` содержит названия кусков партиций. Значения из этого столбца можно использовать в запросах [ALTER ATTACH PART](#).

Столбец `active` отображает состояние куска. 1 означает, что кусок активен; 0 – неактивен. К неактивным можно отнести куски, оставшиеся после слияния данных. Поврежденные куски также отображаются как неактивные. Неактивные куски удаляются приблизительно через 10 минут после того, как было выполнено слияние.

Рассмотрим детальнее имя первого куска `201901_1_3_1`:

- `201901` имя партиции;
- `1` – минимальный номер блока данных;
- `3` – максимальный номер блока данных;
- `1` – уровень куска (глубина дерева слияний, которыми этот кусок образован).

#### Info

Названия кусков для таблиц старого типа образуются следующим образом: `20190117_20190123_2_2_0` (минимальная дата \_ максимальная дата \_ номер минимального блока \_ номер максимального блока \_ уровень).

Как видно из примера выше, таблица содержит несколько отдельных кусков для одной и той же партиции (например, куски `201901_1_3_1` и `201901_1_9_2` принадлежат партиции `201901`). Это означает, что эти куски еще не были объединены – в файловой системе они хранятся отдельно. После того как будет выполнено автоматическое слияние данных (выполняется примерно спустя 10 минут после вставки данных), исходные куски будут объединены в один более крупный кусок и помечены как неактивные.

Вы можете запустить внеочередное слияние данных с помощью запроса `OPTIMIZE`. Пример:

```
OPTIMIZE TABLE visits PARTITION 201902;
```

partition	name	active
201901	201901_1_3_1	0
201901	201901_1_9_2	1
201901	201901_8_8_0	0
201901	201901_9_9_0	0
201902	201902_4_6_1	0
201902	201902_4_11_2	1
201902	201902_10_10_0	0
201902	201902_11_11_0	0

Неактивные куски будут удалены примерно через 10 минут после слияния.

Другой способ посмотреть набор кусков и партиций – зайти в директорию с данными таблицы:

```
/var/lib/clickhouse/data/<database>/<table>/
```

```
/var/lib/clickhouse/data/default/visits$ ls -l
total 40
drwxr-xr-x 2 clickhouse clickhouse 4096 Feb 1 16:48 201901_1_3_1
drwxr-xr-x 2 clickhouse clickhouse 4096 Feb 5 16:17 201901_1_9_2
drwxr-xr-x 2 clickhouse clickhouse 4096 Feb 5 15:52 201901_8_8_0
drwxr-xr-x 2 clickhouse clickhouse 4096 Feb 5 15:52 201901_9_9_0
drwxr-xr-x 2 clickhouse clickhouse 4096 Feb 5 16:17 201902_10_10_0
drwxr-xr-x 2 clickhouse clickhouse 4096 Feb 5 16:17 201902_11_11_0
drwxr-xr-x 2 clickhouse clickhouse 4096 Feb 5 16:19 201902_4_11_2
drwxr-xr-x 2 clickhouse clickhouse 4096 Feb 5 12:09 201902_4_6_1
drwxr-xr-x 2 clickhouse clickhouse 4096 Feb 1 16:48 detached
```

'`201901_1_1_0`', '`201901_1_7_1`' и т. д. – это директории кусков партиции. Каждый кусок содержит данные только для соответствующего месяца (таблица в данном примере содержит парitionирование по месяцам).

Директория `detached` содержит куски, отсоединенные от таблицы с помощью запроса `DETACH`. Поврежденные куски также попадают в эту директорию – они не удаляются с сервера.

Сервер не использует куски из директории `detached`. Вы можете в любое время добавлять, удалять, модифицировать данные в директории `detached` - сервер не будет об этом знать, пока вы не сделаете запрос [ATTACH](#).

Следует иметь в виду, что при работающем сервере нельзя вручную изменять набор кусков на файловой системе, так как сервер не будет знать об этом. Для нереплицируемых таблиц, вы можете это делать при остановленном сервере, однако это не рекомендуется. Для реплицируемых таблиц, набор кусков нельзя менять в любом случае.

ClickHouse позволяет производить различные манипуляции с кусками: удалять, копировать из одной таблицы в другую или создавать их резервные копии. Подробнее см. в разделе [Манипуляции с партициями и кусками](#).

## ReplacingMergeTree

Движок отличается от [MergeTree](#) тем, что выполняет удаление дублирующихся записей с одинаковым значением первичного ключа (точнее, с одинаковым значением [ключа сортировки](#)).

Дедупликация данных производится лишь во время слияний. Слияние происходит в фоне в неизвестный момент времени, на который вы не можете ориентироваться. Некоторая часть данных может остаться необработанной. Хотя вы можете вызвать внеочередное слияние с помощью запроса `OPTIMIZE`, на это не стоит рассчитывать, так как запрос `OPTIMIZE` приводит к чтению и записи большого объема данных.

Таким образом, `ReplacingMergeTree` подходит для фоновой чистки дублирующихся данных в целях экономии места, но не даёт гарантии отсутствия дубликатов.

### Создание таблицы

```
CREATE TABLE [IF NOT EXISTS] [db.]table_name [ON CLUSTER cluster]
(
    name1 [type1] [DEFAULT|MATERIALIZED|ALIAS expr1],
    name2 [type2] [DEFAULT|MATERIALIZED|ALIAS expr2],
    ...
) ENGINE = ReplacingMergeTree([ver])
[PARTITION BY expr]
[ORDER BY expr]
[SAMPLE BY expr]
[SETTINGS name=value, ...]
```

Описание параметров запроса смотрите в [описании запроса](#).

### Параметры `ReplacingMergeTree`

- `ver` — столбец с версией, тип `UInt*`, `Date` или `DateTime`. Необязательный параметр.

При слиянии, из всех строк с одинаковым значением первичного ключа `ReplacingMergeTree` оставляет только одну:

- Последнюю в выборке, если `ver` не задан.
- С максимальной версией, если `ver` задан.

### Секции запроса

При создании таблицы `ReplacingMergeTree` используются те же [секции](#), что и при создании таблицы `MergeTree`.

Устаревший способ создания таблицы

**Attention**

Не используйте этот способ в новых проектах и по возможности переведите старые проекты на способ описанный выше.

```
CREATE TABLE [IF NOT EXISTS] [db.]table_name [ON CLUSTER cluster]
(
    name1 [type1] [DEFAULT|MATERIALIZED|ALIAS expr1],
    name2 [type2] [DEFAULT|MATERIALIZED|ALIAS expr2],
    ...
) ENGINE [=] ReplacingMergeTree(date-column [, sampling_expression], (primary, key), index_granularity, [ver])
```

Все параметры, кроме `ver` имеют то же значение, что в `MergeTree`.

- `ver` — столбец с версией. Необязательный параметр. Описание смотрите выше по тексту.

## SummingMergeTree

Двигок наследует функциональность `MergeTree`. Отличие заключается в том, что для таблиц `SummingMergeTree` при слиянии кусков данных ClickHouse все строки с одинаковым первичным ключом (точнее, с одинаковым [ключом сортировки](#)) заменяет на одну, которая хранит только суммы значений из столбцов с цифровым типом данных. Если ключ сортировки подобран таким образом, что одному значению ключа соответствует много строк, это значительно уменьшает объем хранения и ускоряет последующую выборку данных.

Мы рекомендуем использовать движок в паре с `MergeTree`. В `MergeTree` храните полные данные, а `SummingMergeTree` используйте для хранения агрегированных данных, например, при подготовке отчетов. Такой подход позволит не утратить ценные данные из-за неправильно выбранного первичного ключа.

### Создание таблицы

```
CREATE TABLE [IF NOT EXISTS] [db.]table_name [ON CLUSTER cluster]
(
    name1 [type1] [DEFAULT|MATERIALIZED|ALIAS expr1],
    name2 [type2] [DEFAULT|MATERIALIZED|ALIAS expr2],
    ...
) ENGINE = SummingMergeTree([columns])
[PARTITION BY expr]
[ORDER BY expr]
[SAMPLE BY expr]
[SETTINGS name=value, ...]
```

Описание параметров запроса смотрите в[описании запроса](#).

### Параметры `SummingMergeTree`

- `columns` — кортеж с именами столбцов, в которых будут суммироваться данные. Необязательный параметр. Столбцы должны иметь числовой тип и не должны входить в первичный ключ.  
Если `columns` не задан, то ClickHouse суммирует значения во всех столбцах с числовым типом данных, не входящих в первичный ключ.

### Секции запроса

При создании таблицы `SummingMergeTree` используются те же [секции](#) запроса, что и при создании таблицы `MergeTree`.

## Устаревший способ создания таблицы

### Attention

Не используйте этот способ в новых проектах и по возможности переведите старые проекты на способ описанный выше.

```
CREATE TABLE [IF NOT EXISTS] [db.]table_name [ON CLUSTER cluster]
(
    name1 [type1] [DEFAULT|MATERIALIZED|ALIAS expr1],
    name2 [type2] [DEFAULT|MATERIALIZED|ALIAS expr2],
    ...
) ENGINE [=] SummingMergeTree(date-column [, sampling_expression], (primary, key), index_granularity, [columns])
```

Все параметры, кроме `columns` имеют то же значение, что в и `MergeTree`.

- `columns` — кортеж с именами столбцов для суммирования данных. Необязательный параметр. Описание смотрите выше по тексту.

## Пример использования

Рассмотрим следующую таблицу:

```
CREATE TABLE summtt
(
    key UInt32,
    value UInt32
)
ENGINE = SummingMergeTree()
ORDER BY key
```

Добавим в неё данные:

```
INSERT INTO summtt Values(1,1),(1,2),(2,1)
```

ClickHouse может не полностью просуммировать все строки ([смотрите ниже по тексту](#)), поэтому при запросе мы используем агрегатную функцию `sum` и секцию `GROUP BY`.

```
SELECT key, sum(value) FROM summtt GROUP BY key
```

key	sum(value)
2	1
1	3

## Обработка данных

При вставке данных в таблицу они сохраняются как есть. Периодически ClickHouse выполняет слияние вставленных кусков данных и именно в этот момент производится суммирование и замена многих строк с одинаковым первичным ключом на одну для каждого результирующего куска данных.

ClickHouse может слить куски данных таким образом, что не все строки с одинаковым первичным ключом окажутся в одном финальном куске, т.е. суммирование будет не полным. Поэтому, при выборке данных ( `SELECT` ) необходимо использовать агрегатную функцию `sum()` и секцию `GROUP BY` как описано в примере выше.

## Общие правила суммирования

Суммируются значения в столбцах с числовым типом данных. Набор столбцов определяется параметром `columns`.

Если значения во всех столбцах для суммирования оказались нулевыми, то строка удаляется.

Для столбцов, не входящих в первичный ключ и не суммирующихся, выбирается произвольное значение из имеющихся.

Значения для столбцов, входящих в первичный ключ, не суммируются.

### Суммирование в столбцах `AggregateFunction`

Для столбцов типа `AggregateFunction` ClickHouse выполняет агрегацию согласно заданной функции, повторяя поведение движка `AggregatingMergeTree`.

### Вложенные структуры

Таблица может иметь вложенные структуры данных, которые обрабатываются особым образом.

Если название вложенной таблицы заканчивается на `Map` и она содержит не менее двух столбцов, удовлетворяющих критериям:

- первый столбец - числовый (`*Int*`, `Date`, `DateTime`) , назовем его условно `key` ,
- остальные столбцы - арифметические (`*Int*`, `Float32/64`) , условно `(values...)` ,

то вложенная таблица воспринимается как отображение `key => (values...)` и при слиянии её строк выполняется слияние элементов двух множеств по `key` со сложением соответствующих `(values...)` .

Примеры:

```
[(1, 100)] + [(2, 150)] -> [(1, 100), (2, 150)]
[(1, 100)] + [(1, 150)] -> [(1, 250)]
[(1, 100)] + [(1, 150), (2, 150)] -> [(1, 250), (2, 150)]
[(1, 100), (2, 150)] + [(1, -100)] -> [(2, 150)]
```

При запросе данных используйте функцию `sumMap(key, value)` для агрегации `Map` .

Для вложенной структуры данных не нужно указывать её столбцы в кортеже столбцов для суммирования.

### AggregatingMergeTree

Движок наследует функциональность `MergeTree`, изменяя логику слияния кусков данных. Все строки с одинаковым первичным ключом (точнее, с одинаковым [ключом сортировки](#)) ClickHouse заменяет на одну (в пределах одного куска данных), которая хранит объединение состояний агрегатных функций.

Таблицы типа `AggregatingMergeTree` могут использоваться для инкрементальной агрегации данных, в том числе, для агрегирующих материализованных представлений.

Движок обрабатывает все столбцы типа `AggregateFunction`.

Использование `AggregatingMergeTree` оправдано только в том случае, когда это уменьшает количество строк на порядки.

### Создание таблицы

```
CREATE TABLE [IF NOT EXISTS] [db.]table_name [ON CLUSTER cluster]
(
    name1 [type1] [DEFAULT|MATERIALIZED|ALIAS expr1],
    name2 [type2] [DEFAULT|MATERIALIZED|ALIAS expr2],
    ...
) ENGINE = AggregatingMergeTree()
[PARTITION BY expr]
[ORDER BY expr]
[SAMPLE BY expr]
[SETTINGS name=value, ...]
```

Описание параметров запроса смотрите в[описании запроса](#).

## Секции запроса

При создании таблицы `AggregatingMergeTree` используются те же [секции](#), что и при создании таблицы `MergeTree`.

 **Устаревший способ создания таблицы**

**Attention**

Не используйте этот способ в новых проектах и по возможности переведите старые проекты на способ описанный выше.

```
CREATE TABLE [IF NOT EXISTS] [db.]table_name [ON CLUSTER cluster]
(
    name1 [type1] [DEFAULT|MATERIALIZED|ALIAS expr1],
    name2 [type2] [DEFAULT|MATERIALIZED|ALIAS expr2],
    ...
) ENGINE [=] AggregatingMergeTree(date-column [, sampling_expression], (primary, key), index_granularity)
```

Все параметры имеют то же значение, что в `MergeTree`.

## SELECT/INSERT данных

Для вставки данных используйте `INSERT SELECT` с агрегатными `-State`-функциями.

При выборке данных из таблицы `AggregatingMergeTree`, используйте `GROUP BY` и те же агрегатные функции, что и при вставке данных, но с суффиксом `-Merge`.

В запросах `SELECT` значения типа `AggregateFunction` выводятся во всех форматах, которые поддерживает ClickHouse, в виде implementation-specific бинарных данных. Если с помощью `SELECT` выполнить дамп данных, например, в формат `TabSeparated`, то потом этот дамп можно загрузить обратно с помощью запроса `INSERT`.

## Пример агрегирующего материализованного представления

Создаём материализованное представление типа `AggregatingMergeTree`, следящее за таблицей `test.visits`:

```
CREATE MATERIALIZED VIEW test.basic
ENGINE = AggregatingMergeTree() PARTITION BY toYYYYMM(StartDate) ORDER BY (CounterID, StartDate)
AS SELECT
    CounterID,
    StartDate,
    sumState(Sign) AS Visits,
    uniqState(UserID) AS Users
FROM test.visits
GROUP BY CounterID, StartDate;
```

Вставляем данные в таблицу `test.visits`:

```
INSERT INTO test.visits ...
```

Данные окажутся и в таблице и в представлении `test.basic`, которое выполнит агрегацию.

Чтобы получить агрегированные данные, выполним запрос вида `SELECT ... GROUP BY ...` из представления `test.basic`:

```
SELECT
    StartDate,
    sumMerge(Visits) AS Visits,
    uniqMerge/Users/ AS Users
FROM test.basic
GROUP BY StartDate
ORDER BY StartDate;
```

## CollapsingMergeTree

Двигок наследует функциональность от [MergeTree](#) и добавляет в алгоритм слияния кусков данных логику сворачивания (удаления) строк.

`CollapsingMergeTree` асинхронно удаляет (сворачивает) пары строк, если все поля в ключе сортировки (`ORDER BY`) эквивалентны, за исключением специального поля `Sign`, которое может принимать значения `1` и `-1`. Строки без пары сохраняются. Подробнеесмотрите в разделе [Сворачивание \(удаление\) строк](#).

Двигок может значительно уменьшить объем хранения и, как следствие, повысить эффективность запросов `SELECT`.

## Создание таблицы

```
CREATE TABLE [IF NOT EXISTS] [db.]table_name [ON CLUSTER cluster]
(
    name1 [type1] [DEFAULT|MATERIALIZED|ALIAS expr1],
    name2 [type2] [DEFAULT|MATERIALIZED|ALIAS expr2],
    ...
) ENGINE = CollapsingMergeTree(sign)
[PARTITION BY expr]
[ORDER BY expr]
[SAMPLE BY expr]
[SETTINGS name=value, ...]
```

Подробности про `CREATE TABLE` смотрите в [описании запроса](#).

### Параметры CollapsingMergeTree

- `sign` — Имя столбца с типом строки: `1` — строка состояния, `-1` — строка отмены состояния.

Тип данных столбца — `Int8`.

### Секции запроса

При создании таблицы с движком `CollapsingMergeTree` используются те же [секции запроса](#) что и при создании таблицы с движком `MergeTree`.

## Устаревший способ создания таблицы

### Attention

Не используйте этот способ в новых проектах и по возможности переведите старые проекты на способ описанный выше.

```
CREATE TABLE [IF NOT EXISTS] [db.]table_name [ON CLUSTER cluster]
(
    name1 [type1] [DEFAULT|MATERIALIZED|ALIAS expr1],
    name2 [type2] [DEFAULT|MATERIALIZED|ALIAS expr2],
    ...
) ENGINE [=] CollapsingMergeTree(date-column [, sampling_expression], (primary, key), index_granularity, sign)
```

Все параметры, кроме `ver` имеют то же значение, что и в `MergeTree`.

- `sign` — Имя столбца с типом строки: `1` — строка состояния, `-1` — строка отмены состояния.

Тип данных столбца — `Int8`.

## Сворачивание (удаление) строк

### Данные

Рассмотрим ситуацию, когда необходимо сохранять постоянно изменяющиеся данные для какого-либо объекта. Кажется логичным иметь одну строку для объекта и обновлять её при любом изменении, однако операция обновления является дорогостоящей и медленной для СУБД, поскольку требует перезаписи данных в хранилище. Если необходимо быстро записать данные, обновление не допустимо, но можно записать изменения объекта последовательно как описано ниже.

Используйте специальный столбец `Sign`. Если `Sign = 1`, то это означает, что строка является состоянием объекта, назовём её строкой состояния. Если `Sign = -1`, то это означает отмену состояния объекта с теми же атрибутами, назовём её строкой отмены состояния.

Например, мы хотим рассчитать, сколько страниц проверили пользователи на каком-то сайте и как долго они там находились. В какой-то момент времени мы пишем следующую строку с состоянием действий пользователя:

UserID	PageViews	Duration	Sign
4324182021466249494	5	146	1

Через некоторое время мы регистрируем изменение активности пользователя и записываем его следующими двумя строками.

UserID	PageViews	Duration	Sign
4324182021466249494	5	146	-1
4324182021466249494	6	185	1

Первая строка отменяет предыдущее состояние объекта (пользователя). Она должен повторять все поля из ключа сортировки для отменённого состояния за исключением `Sign`.

Вторая строка содержит текущее состояние.

Поскольку нам нужно только последнее состояние активности пользователя, строки

UserID	PageViews	Duration	Sign
4324182021466249494	5	146	1
4324182021466249494	5	146	-1

можно удалить, сворачивая (удаляя) устаревшее состояние объекта. `CollapsingMergeTree` выполняет это при слиянии кусков данных.

Зачем нужны две строки для каждого изменения описано в разделе [Алгоритм](#).

## Особенности подхода

1. Программа, которая записывает данные, должна помнить состояние объекта, чтобы иметь возможность отменить его. Стока отмены состояния должна содержать копию полей сортировочного ключа предыдущей строки состояния с противоположным значением `Sign`. Это увеличивает начальный размер хранилища, но позволяет быстро записывать данные.
2. Длинные растущие массивы в Столбцах снижают эффективность работы движка за счёт нагрузки на запись. Чем проще данные, тем выше эффективность.
3. Результаты запроса `SELECT` сильно зависят от согласованности истории изменений объекта. Будьте точны при подготовке данных для вставки. Можно получить непредсказуемые результаты для несогласованных данных, например отрицательные значения для неотрицательных метрик, таких как глубина сеанса.

## Алгоритм

Во время объединения кусков данных, каждая группа последовательных строк с одинаковым сортировочным ключом (`ORDER BY`) уменьшается до не более чем двух строк, одна из которых имеет `Sign = 1` (строка состояния), а другая строка с `Sign = -1` (строка отмены состояния). Другими словами, записи сворачиваются.

Для каждого результирующего куска данных ClickHouse сохраняет:

1. Первую строку отмены состояния и последнюю строку состояния, если количество строк обоих видов совпадает.
2. Последнюю строку состояния, если строк состояния на одну больше, чем строк отмены состояния.
3. Первую строку отмены состояния, если их на одну больше, чем строк состояния.
4. Ни в одну из строк во всех остальных случаях.

Слияние продолжается, но ClickHouse рассматривает эту ситуацию как логическую ошибку и записывает её в журнал сервера. Эта ошибка может возникать, если одни и те же данные вставлялись несколько раз.

Как видно, от сворачивания не должны меняться результаты расчётов статистик. Изменения постепенно сворачиваются так, что остаются лишь последнее состояние почти каждого объекта.

Столбец `Sign` необходим, поскольку алгоритм слияния не гарантирует, что все строки с одинаковым ключом сортировки будут находиться в одном результирующем куске данных и даже на одном физическом сервере. ClickHouse выполняет запросы `SELECT` несколькими потоками, и он не может предсказать порядок строк в результате. Если необходимо получить полностью свёрнутые данные из таблицы `CollapsingMergeTree`, то необходимо агрегирование.

Для завершения свертывания добавьте в запрос секцию `GROUP BY` и агрегатные функции, которые учитывают знак. Например, для расчета количества используйте `sum(Sign)` вместо `count()`. Чтобы вычислить сумму чего-либо, используйте `sum(Sign * x)` вместо `sum(x)`, и так далее, а также добавьте `HAVING sum(Sign) > 0`.

Таким образом можно вычислять агрегации `count`, `sum` и `avg`. Если объект имеет хотя бы одно не свёрнутое состояние, то может быть вычислена агрегация `uniq`. Агрегации `min` и `max` невозможно вычислить, поскольку `CollapsingMergeTree` не сохраняет историю значений свёрнутых состояний.

Если необходимо выбирать данные без агрегации (например, проверить наличие строк, последние значения которых удовлетворяют некоторым условиям), можно использовать модификатор `FINAL` для секции `FROM`. Это вариант существенно менее эффективен.

## Пример использования

Исходные данные:

UserID	PageViews	Duration	Sign
4324182021466249494	5	146	1
4324182021466249494	5	146	-1
4324182021466249494	6	185	1

Создание таблицы:

```
CREATE TABLE UAct
(
    UserID UInt64,
    PageViews UInt8,
    Duration UInt8,
    Sign Int8
)
ENGINE = CollapsingMergeTree(Sign)
ORDER BY UserID
```

Insertion of the data:

```
INSERT INTO UAct VALUES (4324182021466249494, 5, 146, 1)
```

```
INSERT INTO UAct VALUES (4324182021466249494, 5, 146, -1),(4324182021466249494, 6, 185, 1)
```

Мы используем два запроса `INSERT` для создания двух различных кусков данных. Если вставить данные одним запросом, ClickHouse создаёт один кусок данных и никогда не будет выполнять слияние.

Получение данных:

```
SELECT * FROM UAct
```

UserID	PageViews	Duration	Sign
4324182021466249494	5	146	-1
4324182021466249494	6	185	1

UserID	PageViews	Duration	Sign
4324182021466249494	5	146	1

Что мы видим и где сворачивание?

Двумя запросами `INSERT`, мы создали два куска данных. Запрос `SELECT` был выполнен в 2 потока, и мы получили случайный порядок строк. Сворачивание не произошло, так как слияние кусков данных еще не произошло. ClickHouse объединяет куски данных в неизвестный момент времени, который мы не можем предсказать.

Таким образом, нам нужна агрегация:

```
SELECT
    UserID,
    sum(PageViews * Sign) AS PageViews,
    sum(Duration * Sign) AS Duration
FROM UAct
GROUP BY UserID
HAVING sum(Sign) > 0
```

UserID	PageViews	Duration
4324182021466249494	6	185

Если нам не нужна агрегация, но мы хотим принудительно выполнить свёртку данных, можно использовать модификатор `FINAL` для секции `FROM`.

```
SELECT * FROM UAct FINAL
```

UserID	PageViews	Duration	Sign
4324182021466249494	6	185	1

Такой способ выбора данных очень неэффективен. Не используйте его для больших таблиц.

## Пример другого подхода

Исходные данные:

UserID	PageViews	Duration	Sign
4324182021466249494	5	146	1
4324182021466249494	-5	-146	-1
4324182021466249494	6	185	1

Идея состоит в том, что слияния при сворачивании учитывают только ключевые поля, поэтому в отменяющей строке можно указать отрицательные значения, которые нивелируют предыдущую версию записи при суммировании без учета поля `Sign`. Для этого подхода необходимо изменить тип данных `PageViews`, `Duration` для хранения отрицательных значений `UInt8 -> Int16`.

```
CREATE TABLE UAct
(
    UserID UInt64,
    PageViews Int16,
    Duration Int16,
    Sign Int8
)
ENGINE = CollapsingMergeTree(Sign)
ORDER BY UserID
```

Тестируем подход:

```
insert into UAct values(4324182021466249494, 5, 146, 1);
insert into UAct values(4324182021466249494, -5, -146, -1);
insert into UAct values(4324182021466249494, 6, 185, 1);

select * from UAct final; // старайтесь не использовать final (он подходит только для тестов и маленьких таблиц)
```

UserID	PageViews	Duration	Sign
4324182021466249494	6	185	1

```
SELECT
    UserID,
    sum(PageViews) AS PageViews,
    sum(Duration) AS Duration
FROM UAct
GROUP BY UserID
```

UserID	PageViews	Duration
4324182021466249494	6	185

```
select count() FROM UAct
```

count()
3

```
optimize table UAct final;
```

```
select * FROM UAct
```

UserID	PageViews	Duration	Sign
4324182021466249494	6	185	1

## VersionedCollapsingMergeTree

Движок:

- Позволяет быстро записывать постоянно изменяющиеся состояния объектов.
- Удаляет старые состояния объектов в фоновом режиме. Это значительно сокращает объем хранения.

Подробнее читайте в разделе [Collapsing](#).

Движок наследует функциональность от [MergeTree](#) и добавляет в алгоритм слияния кусков данных логику сворачивания (удаления) строк. `VersionedCollapsingMergeTree` предназначен для тех же задач, что и [CollapsingMergeTree](#), но использует другой алгоритм свёртывания, который позволяет вставлять данные в любом порядке в несколько потоков. В частности, столбец `Version` помогает свернуть строки правильно, даже если они вставлены в неправильном порядке. [CollapsingMergeTree](#) требует строго последовательную вставку данных.

## Создание таблицы

```
CREATE TABLE [IF NOT EXISTS] [db.]table_name [ON CLUSTER cluster]
(
    name1 [type1] [DEFAULT|MATERIALIZED|ALIAS expr1],
    name2 [type2] [DEFAULT|MATERIALIZED|ALIAS expr2],
    ...
) ENGINE = VersionedCollapsingMergeTree(sign, version)
[PARTITION BY expr]
[ORDER BY expr]
[SAMPLE BY expr]
[SETTINGS name=value, ...]
```

Подробности про `CREATE TABLE` смотрите в [описании запроса](#).

### Параметры движка

`VersionedCollapsingMergeTree(sign, version)`

- `sign` — Имя столбца с типом строки: `1` — строка состояния, `-1` — строка отмены состояния.  
Тип данных столбца должен быть `Int8`.
- `version` — имя столбца с версией состояния объекта.

Тип данных столбца должен быть `UInt*`.

## Секции запроса

При создании таблицы `VersionedCollapsingMergeTree` используются те же [секции](#) запроса, что и при создании таблицы `MergeTree`.

### Устаревший способ создания таблицы

**⚠ Внимание**

Не используйте этот метод в новых проектах. По возможности переключите старые проекты на метод, описанный выше.

```
CREATE TABLE [IF NOT EXISTS] [db.]table_name [ON CLUSTER cluster]
(
    name1 [type1] [DEFAULT] MATERIALIZED [ALIAS] expr1,
    name2 [type2] [DEFAULT] MATERIALIZED [ALIAS] expr2,
    ...
) ENGINE [=] VersionedCollapsingMergeTree(date-column [, sampling_expression], (primary, key), index_granularity, sign, version)
```

Все параметры, за исключением `sign` и `version` имеют то же значение, что и в `MergeTree`.

- `sign` — Имя столбца с типом строки: `1` — строка состояния, `-1` — строка отмены состояния.  
Тип данных столбца — `Int8`.
- `version` — имя столбца с версией состояния объекта.  
Тип данных столбца должен быть `UInt*`.

## Сворачивание (удаление) строк

### Данные

Рассмотрим ситуацию, когда необходимо сохранять постоянно изменяющиеся данные для какого-либо объекта. Разумно иметь одну строку для объекта и обновлять эту строку при каждом изменении. Однако операция обновления является дорогостоящей и медленной для СУБД, поскольку требует перезаписи данных в хранилище. Обновление неприемлемо, если требуется быстро записывать данные, но можно записывать изменения в объект последовательно следующим образом.

Используйте столбец `Sign` при записи строки. Если `Sign = 1`, то это означает, что строка является состоянием объекта, назовём её строкой состояния. Если `Sign = -1`, то это означает отмену состояния объекта с теми же атрибутами, назовём её строкой отмены состояния. Также используйте столбец `Version`, который должен идентифицировать каждое состояние объекта отдельным номером.

Например, мы хотим рассчитать, сколько страниц пользователи посетили на каком-либо сайте и как долго они там находились. В какой-то момент времени мы записываем следующую строку состояния пользовательской активности:

UserID	PageViews	Duration	Sign	Version
4324182021466249494	5	146	1	1

Через некоторое время мы регистрируем изменение активности пользователя и записываем его следующими двумя строками.

UserID	PageViews	Duration	Sign	Version
4324182021466249494	5	146	-1	1
4324182021466249494	6	185	1	2

Первая строка отменяет предыдущее состояние объекта (пользователя). Она должна копировать все поля отменяемого состояния за исключением `Sign`.

Вторая строка содержит текущее состояние.

Поскольку нам нужно только последнее состояние активности пользователя, строки

UserID	PageViews	Duration	Sign	Version
4324182021466249494	5	146	1	1
4324182021466249494	5	146	-1	1

можно удалить, сворачивая (удаляя) устаревшее состояние объекта. `VersionedCollapsingMergeTree` делает это при слиянии кусков данных.

Чтобы узнать, зачем нам нужны две строки для каждого изменения, см. раздел [Алгоритм](#).

#### Примечания по использованию

1. Программа, которая записывает данные, должна помнить состояние объекта, чтобы иметь возможность отменить его. Стока отмены состояния должна быть копией предыдущей строки состояния с противоположным значением `Sign`. Это увеличивает начальный размер хранилища, но позволяет быстро записывать данные.
2. Длинные растущие массивы в столбцах снижают эффективность работы движка за счёт нагрузки на запись. Чем проще данные, тем выше эффективность.
3. `SELECT` результаты сильно зависят от согласованности истории изменений объекта. Будьте точны при подготовке данных для вставки. Вы можете получить непредсказуемые результаты с несогласованными данными, такими как отрицательные значения для неотрицательных метрик, таких как глубина сеанса.

#### Алгоритм

Когда ClickHouse объединяет куски данных, он удаляет каждую пару строк, которые имеют один и тот же первичный ключ и версию и разный `Sign`. Порядок строк не имеет значения.

Когда ClickHouse вставляет данные, он упорядочивает строки по первичному ключу. Если столбец `Version` не находится в первичном ключе, ClickHouse добавляет его к первичному ключу неявно как последнее поле и использует для сортировки.

#### Выборка данных

ClickHouse не гарантирует, что все строки с одинаковым первичным ключом будут находиться в одном результирующем куске данных или даже на одном физическом сервере. Это справедливо как для записи данных, так и для последующего слияния кусков данных. Кроме того, ClickHouse обрабатывает запросы `SELECT` несколькими потоками, и не может предсказать порядок строк в конечной выборке. Это означает, что если необходимо получить полностью "свернутые" данные из таблицы `VersionedCollapsingMergeTree`, то требуется агрегирование.

Для завершения свертывания добавьте в запрос секцию `GROUP BY` и агрегатные функции, которые учитывают знак. Например, для расчета количества используйте `sum(Sign)` вместо `count()`. Чтобы вычислить сумму чего-либо, используйте `sum(Sign * x)` вместо `sum(x)`, а также добавьте `HAVING sum(Sign) > 0`.

Таким образом можно вычислять агрегации `count`, `sum` и `avg`. Агрегация `uniq` может вычисляться, если объект имеет хотя бы одно не свернутое состояние. Невозможно вычислить агрегации `min` и `max` поскольку `VersionedCollapsingMergeTree` не сохраняет историю значений для свернутых состояний.

Если необходимо выбирать данные без агрегации (например, проверить наличие строк, последние значения

которых удовлетворяют некоторым условиям), можно использовать модификатор FINAL для секции FROM . Такой подход неэффективен и не должен использоваться с большими таблицами.

## Пример использования

Данные для примера:

UserID	PageViews	Duration	Sign	Version
4324182021466249494	5	146	1	1
4324182021466249494	5	146	-1	1
4324182021466249494	6	185	1	2

Создание таблицы:

```
CREATE TABLE UAct
(
    UserID UInt64,
    PageViews UInt8,
    Duration UInt8,
    Sign Int8,
    Version UInt8
)
ENGINE = VersionedCollapsingMergeTree(Sign, Version)
ORDER BY UserID
```

Вставка данных:

```
INSERT INTO UAct VALUES (4324182021466249494, 5, 146, 1, 1)
```

```
INSERT INTO UAct VALUES (4324182021466249494, 5, 146, -1, 1),(4324182021466249494, 6, 185, 1, 2)
```

Мы используем два запроса INSERT для создания двух различных кусков данных. Если мы вставляем данные с помощью одного запроса, ClickHouse создаёт один кусок данных и не будет выполнять слияние.

Получение данных:

```
SELECT * FROM UAct
```

UserID	PageViews	Duration	Sign	Version
4324182021466249494	5	146	1	1
4324182021466249494	5	146	-1	1
4324182021466249494	6	185	1	2

Что мы видим и где сворачивание? Мы создали два куска данных, используя два запроса INSERT . Запрос SELECT был выполнен в два потока, и результатом является случайный порядок строк. Свертывание не произошло, поскольку части данных еще не были объединены. ClickHouse объединяет части данных в неизвестный момент времени, который мы не можем предсказать.

Поэтому нам нужна агрегация:

```
SELECT
    UserID,
    sum(PageViews * Sign) AS PageViews,
    sum(Duration * Sign) AS Duration,
    Version
FROM UAct
GROUP BY UserID, Version
HAVING sum(Sign) > 0
```

UserID	PageViews	Duration	Version
4324182021466249494	6	185	2

Если нам не нужна агрегация, но мы хотим принудительно выполнить свёртку данных, то можно использовать модификатор FINAL для секции FROM .

```
SELECT * FROM UAct FINAL
```

UserID	PageViews	Duration	Sign	Version
4324182021466249494	6	185	1	2

Это очень неэффективный способ выбора данных. Не используйте его для больших таблиц.

## GraphiteMergeTree

Движок предназначен для прореживания и агрегирования/усреднения (rollup) данных [Graphite](#). Он может быть интересен разработчикам, которые хотят использовать ClickHouse как хранилище данных для Graphite.

Если rollup не требуется, то для хранения данных Graphite можно использовать любой движок таблиц ClickHouse, в противном случае используйте GraphiteMergeTree . Движок уменьшает объем хранения и повышает эффективность запросов от Graphite.

Движок наследует свойства от [MergeTree](#).

### Создание таблицы

```
CREATE TABLE [IF NOT EXISTS] [db.]table_name [ON CLUSTER cluster]
(
    Path String,
    Time DateTime,
    Value <Numeric_type>,
    Version <Numeric_type>
    ...
) ENGINE = GraphiteMergeTree(config_section)
[PARTITION BY expr]
[ORDER BY expr]
[SAMPLE BY expr]
[SETTINGS name=value, ...]
```

Смотрите описание запроса [CREATE TABLE](#).

В таблице должны быть столбцы для следующих данных:

- Название метрики (сенсора Graphite). Тип данных: `String` .
- Время измерения метрики. Тип данных `DateTime` .
- Значение метрики. Тип данных: любой числовой.

- Версия метрики. Тип данных: любой числовой.

ClickHouse сохраняет строки с последней версией или последнюю записанную строку, если версии совпадают.

Другие строки удаляются при слиянии кусков данных.

Имена этих столбцов должны быть заданы в конфигурации rollup.

## Параметры GraphiteMergeTree

- config\_section — имя раздела в конфигурационном файле, в котором находятся правила rollup.

## Секции запроса

При создании таблицы GraphiteMergeTree используются те же [секции](#) запроса, что и при создании таблицы MergeTree .

Устаревший способ создания таблицы

**Attention**

Не используйте этот способ в новых проектах и по возможности переведите старые проекты на способ описанный выше.

```
CREATE TABLE [IF NOT EXISTS] [db.]table_name [ON CLUSTER cluster]
(
    EventDate Date,
    Path String,
    Time DateTime,
    Value <Numeric_type>,
    Version <Numeric_type>
    ...
) ENGINE [=] GraphiteMergeTree(date-column [, sampling_expression], (primary, key), index_granularity, config_section)
```

Все параметры, кроме config\_section имеют то же значение, что в MergeTree .

- config\_section — имя раздела в конфигурационном файле, в котором находятся правила rollup.

## Конфигурация rollup

Настройки прореживания данных задаются параметром [graphite\\_rollup](#) в конфигурации сервера . Имя параметра может быть любым. Можно создать несколько конфигураций и использовать их для разных таблиц.

Структура конфигурации rollup:

```
required-columns
patterns
```

### Требуемые столбцы (required-columns)

- path\_column\_name — столбец, в котором хранится название метрики (сенсор Graphite). Значение по умолчанию: Path .
- time\_column\_name — столбец, в котором хранится время измерения метрики. Значение по умолчанию: Time .
- value\_column\_name — столбец со значением метрики в момент времени, установленный в time\_column\_name . Значение по умолчанию: Value .
- version\_column\_name — столбец, в котором хранится версия метрики. Значение по умолчанию: Timestamp .

### Правила (patterns)

Структура раздела patterns :

```
pattern
  regexp
  function
pattern
  regexp
  age + precision
...
pattern
  regexp
  function
  age + precision
...
pattern
  ...
default
  function
  age + precision
...
```

### Внимание

Правила должны быть строго упорядочены:

1. Правила без `function` или `retention`.
2. Правила одновременно содержащие `function` и `retention`.
3. Правило `default`.

При обработке строки ClickHouse проверяет правила в разделе `pattern`. Каждый `pattern` (включая `default`) может содержать параметр агрегации `function`, параметр `retention`, или оба параметра одновременно. Если имя метрики соответствует шаблону `regexp`, то применяются правила `pattern`, в противном случае правило `default`.

Поля для разделов `pattern` и `default`:

- `regexp` – шаблон имени метрики.
- `age` – минимальный возраст данных в секундах.
- `precision` – точность определения возраста данных в секундах. Должен быть делителем для 86400 (количество секунд в сутках).
- `function` – имя агрегирующей функции, которую следует применить к данным, чей возраст оказался в интервале `[age, age + precision]`.

### Пример конфигурации

```

<graphite_rollup>
  <version_column_name>Version</version_column_name>
  <pattern>
    <regexp>click_cost</regexp>
    <function>any</function>
    <retention>
      <age>0</age>
      <precision>5</precision>
    </retention>
    <retention>
      <age>86400</age>
      <precision>60</precision>
    </retention>
  </pattern>
  <default>
    <function>max</function>
    <retention>
      <age>0</age>
      <precision>60</precision>
    </retention>
    <retention>
      <age>3600</age>
      <precision>300</precision>
    </retention>
    <retention>
      <age>86400</age>
      <precision>3600</precision>
    </retention>
  </default>
</graphite_rollup>

```

## Семейство Log

Движки разработаны для сценариев, когда необходимо быстро записывать много таблиц с небольшим объемом данных (менее 1 миллиона строк), а затем читать их целиком.

Движки семейства:

- [StripeLog](#)
- [Log](#)
- [TinyLog](#)

## Общие свойства

Движки:

- Хранят данные на диске.
- Добавляют данные в конец файла при записи.
- Поддерживают блокировки для конкурентного доступа к данным.

Во время запросов `INSERT` таблица блокируется, а другие запросы на чтение и запись ожидают разблокировки таблицы. Если запросов на запись данных нет, то можно выполнять любое количество конкурентных запросов на чтение.

- Не поддерживают операции [мутации](#).
- Не поддерживают индексы.

Это означает, что запросы `SELECT` не эффективны для выборки диапазонов данных.

- Записывают данные не атомарно.

Вы можете получить таблицу с повреждёнными данными, если что-то прервёт операцию записи (например,

аварийное завершение работы сервера).

## Отличия

Двигок `TinyLog` самый простой в семье и обеспечивает самые низкие функциональность и эффективность. Двигок `TinyLog` не поддерживает параллельного чтения данных в несколько потоков. Двигок читает данные медленнее, чем оба других движка с параллельным чтением, и использует почти столько же дескрипторов, сколько и движок `Log`, поскольку хранит каждый столбец в отдельном файле. Его можно использовать в простых сценариях с низкой нагрузкой.

Движки `Log` и `StripeLog` поддерживают параллельное чтение. При чтении данных, ClickHouse использует множество потоков. Каждый поток обрабатывает отдельный блок данных. Двигок `Log` сохраняет каждый столбец таблицы в отдельном файле. Двигок `StripeLog` хранит все данные в одном файле. Таким образом, движок `StripeLog` использует меньше дескрипторов в операционной системе, а движок `Log` обеспечивает более эффективное считывание данных.

## StripeLog

Двигок относится к семейству движков `Log`. Смотрите общие свойства и различия движков в статье [Семейство Log](#).

Двигок разработан для сценариев, когда необходимо записывать много таблиц с небольшим объемом данных (менее 1 миллиона строк).

### Создание таблицы

```
CREATE TABLE [IF NOT EXISTS] [db.]table_name [ON CLUSTER cluster]
(
    column1_name [type1] [DEFAULT|MATERIALIZED|ALIAS expr1],
    column2_name [type2] [DEFAULT|MATERIALIZED|ALIAS expr2],
    ...
) ENGINE = StripeLog
```

Смотрите подробное описание запроса [CREATE TABLE](#).

### Запись данных

Двигок `StripeLog` хранит все столбцы в одном файле. При каждом запросе `INSERT`, ClickHouse добавляет блок данных в конец файла таблицы, записывая столбцы один за другим.

Для каждой таблицы ClickHouse записывает файлы:

- `data.bin` — файл с данными.
- `index.mrk` — файл с метками. Метки содержат смещения для каждого столбца каждого вставленного блока данных.

Двигок `StripeLog` не поддерживает запросы `ALTER UPDATE` и `ALTER DELETE`.

### Чтение данных

Файл с метками позволяет ClickHouse распараллеливать чтение данных. Это означает, что запрос `SELECT` возвращает строки в непредсказуемом порядке. Используйте секцию `ORDER BY` для сортировки строк.

## Пример использования

Создание таблицы:

```
CREATE TABLE stripe_log_table
(
    timestamp DateTime,
    message_type String,
    message String
)
ENGINE = StripeLog
```

Вставка данных:

```
INSERT INTO stripe_log_table VALUES (now(),'REGULAR','The first regular message')
INSERT INTO stripe_log_table VALUES (now(),'REGULAR','The second regular message'),(now(),'WARNING','The first warning message')
```

Мы использовали два запроса INSERT для создания двух блоков данных внутри файла data.bin .

ClickHouse использует несколько потоков при выборе данных. Каждый поток считывает отдельный блок данных и возвращает результирующие строки независимо по мере завершения. В результате порядок блоков строк в выходных данных в большинстве случаев не совпадает с порядком тех же блоков во входных данных. Например:

```
SELECT * FROM stripe_log_table
```

timestamp	message_type	message
2019-01-18 14:27:32	REGULAR	The second regular message
2019-01-18 14:34:53	WARNING	The first warning message

timestamp	message_type	message
2019-01-18 14:23:43	REGULAR	The first regular message

Сортировка результатов (по умолчанию по возрастанию):

```
SELECT * FROM stripe_log_table ORDER BY timestamp
```

timestamp	message_type	message
2019-01-18 14:23:43	REGULAR	The first regular message
2019-01-18 14:27:32	REGULAR	The second regular message
2019-01-18 14:34:53	WARNING	The first warning message

## Log

Движок относится к семейству движков Log. Смотрите общие свойства и различия движков в статье [Семейство Log](#).

Отличается от [TinyLog](#) тем, что вместе с файлами столбцов лежит небольшой файл "засечек". Засечки пишутся на каждый блок данных и содержат смещение - с какого места нужно читать файл, чтобы пропустить заданное количество строк. Это позволяет читать данные из таблицы в несколько потоков. При конкурентном доступе к данным, чтения могут выполняться одновременно, а записи блокируют чтения и друг друга. Движок Log не поддерживает индексы. Также, если при записи в таблицу произошёл сбой, то таблица станет битой, и чтения из неё будут возвращать ошибку. Движок Log подходит для временных данных, write-once таблиц, а также для тестовых и демонстрационных целей.

# TinyLog

Движок относится к семейству движков Log. Смотрите общие свойства и различия движков в статье [Семейство Log](#).

Типичный способ использования этой движка — это write-once: сначала данные один раз записываются, а затем читаются столько раз, сколько это необходимо. Например, можно использовать таблицы с движком TinyLog для хранения промежуточных данных, которые обрабатываются небольшими блоками. Учтите, что хранить данные в большом количестве мелких таблиц неэффективно.

Запросы выполняются в один поток. То есть, этот движок предназначен для сравнительно маленьких таблиц (до 1 000 000 строк). Этот движок таблиц имеет смысл использовать в том случае, когда у вас есть много маленьких таблиц, так как он проще, чем движок [Log](#) (требуется открывать меньше файлов).

## Kafka

Движок работает с [Apache Kafka](#).

Kafka позволяет:

- Публиковать/подписываться на потоки данных.
- Организовать отказоустойчивое хранилище.
- Обрабатывать потоки по мере их появления.

## Создание таблицы

```
CREATE TABLE [IF NOT EXISTS] [db.]table_name [ON CLUSTER cluster]
(
    name1 [type1] [DEFAULT|MATERIALIZED|ALIAS expr1],
    name2 [type2] [DEFAULT|MATERIALIZED|ALIAS expr2],
    ...
) ENGINE = Kafka()
SETTINGS
    kafka_broker_list = 'host:port',
    kafka_topic_list = 'topic1,topic2,...',
    kafka_group_name = 'group_name',
    kafka_format = 'data_format'[,]
    [kafka_row_delimiter = 'delimiter_symbol',]
    [kafka_schema = '.']
    [kafka_num_consumers = N,]
    [kafka_skip_broken_messages = N]
```

Обязательные параметры:

- `kafka_broker_list` – перечень брокеров, разделенный запятыми (`localhost:9092`).
- `kafka_topic_list` – перечень необходимых топиков Kafka.
- `kafka_group_name` – группа потребителя Kafka. Отступы для чтения отслеживаются для каждой группы отдельно. Если необходимо, чтобы сообщения не повторялись на кластере, используйте везде одно имя группы.
- `kafka_format` – формат сообщений. Названия форматов должны быть теми же, что можно использовать в секции `FORMAT`, например, `JSONEachRow`. Подробнее читайте в разделе [Форматы](#).

Опциональные параметры:

- `kafka_row_delimiter` – символ-разделитель записей (строк), которым завершается сообщение.

- `kafka_schema` – опциональный параметр, необходимый, если используется формат, требующий определения схемы. Например, `Cap'n Proto` требует путь к файлу со схемой и название корневого объекта `schema.capnp:Message`.
- `kafka_num_consumers` – количество потребителей (`consumer`) на таблицу. По умолчанию: 1. Укажите больше потребителей, если пропускная способность одного потребителя недостаточна. Общее число потребителей не должно превышать количество партиций в топике, так как на одну партицию может быть назначено не более одного потребителя.
- `kafka_skip_broken_messages` – максимальное количество некорректных сообщений в блоке. Если `kafka_skip_broken_messages = N`, то движок отбрасывает N сообщений Кафки, которые не получилось обработать. Одно сообщение в точности соответствует одной записи (строке). Значение по умолчанию – 0.

## Примеры

```
CREATE TABLE queue (
    timestamp UInt64,
    level String,
    message String
) ENGINE = Kafka('localhost:9092', 'topic', 'group1', 'JSONEachRow');
```

```
SELECT * FROM queue LIMIT 5;
```

```
CREATE TABLE queue2 (
    timestamp UInt64,
    level String,
    message String
) ENGINE = Kafka SETTINGS kafka_broker_list = 'localhost:9092',
    kafka_topic_list = 'topic',
    kafka_group_name = 'group1',
    kafka_format = 'JSONEachRow',
    kafka_num_consumers = 4;
```

```
CREATE TABLE queue2 (
    timestamp UInt64,
    level String,
    message String
) ENGINE = Kafka('localhost:9092', 'topic', 'group1')
    SETTINGS kafka_format = 'JSONEachRow',
    kafka_num_consumers = 4;
```

 Устаревший способ создания таблицы

 **Attention**

Не используйте этот метод в новых проектах. По возможности переключите старые проекты на метод, описанный выше.

```
Kafka(kafka_broker_list, kafka_topic_list, kafka_group_name, kafka_format
    [, kafka_row_delimiter, kafka_schema, kafka_num_consumers, kafka_skip_broken_messages])
```

## Описание

Полученные сообщения отслеживаются автоматически, поэтому из одной группы каждое сообщение считывается только один раз. Если необходимо получить данные дважды, то создайте копию таблицы с другим именем группы.

Группы пластичны и синхронизированы на кластере. Например, если есть 10 топиков и 5 копий таблицы в кластере, то в каждую копию попадет по 2 топика. Если количество копий изменится, то распределение топиков по копиям изменится автоматически. Подробно читайте об этом на <http://kafka.apache.org/intro>.

Чтение сообщения с помощью `SELECT` не слишком полезно (разве что для отладки), поскольку каждое

сообщения может быть прочитано только один раз. Практичнее создавать потоки реального времени с помощью материализованных представлений. Для этого:

1. Создайте потребителя Kafka с помощью движка и рассматривайте его как поток данных.
2. Создайте таблицу с необходимой структурой.
3. Создайте материализованное представление, которое преобразует данные от движка и помещает их в ранее созданную таблицу.

Когда к движку присоединяется материализованное представление ( MATERIALIZED VIEW ), оно начинает в фоновом режиме собирать данные. Это позволяет непрерывно получать сообщения от Kafka и преобразовывать их в необходимый формат с помощью SELECT . Материализованных представлений у одной kafka таблицы может быть сколько угодно, они не считывают данные из таблицы kafka непосредственно, а получают новые записи (блоками), таким образом можно писать в несколько таблиц с разным уровнем детализации (с группировкой - агрегацией и без).

Пример:

```
CREATE TABLE queue (
    timestamp UInt64,
    level String,
    message String
) ENGINE = Kafka('localhost:9092', 'topic', 'group1', 'JSONEachRow');

CREATE TABLE daily (
    day Date,
    level String,
    total UInt64
) ENGINE = SummingMergeTree(day, (day, level), 8192);

CREATE MATERIALIZED VIEW consumer TO daily
AS SELECT toDate(toDateTime(timestamp)) AS day, level, count() as total
FROM queue GROUP BY day, level;

SELECT level, sum(total) FROM daily GROUP BY level;
```

Для улучшения производительности полученные сообщения группируются в блоки размера `max_insert_block_size` . Если блок не удалось сформировать за `stream_flush_interval_ms` миллисекунд, то данные будут сброшены в таблицу независимо от полноты блока.

Чтобы остановить получение данных топика или изменить логику преобразования, отсоедините материализованное представление:

```
DETACH TABLE consumer;
ATTACH MATERIALIZED VIEW consumer;
```

Если необходимо изменить целевую таблицу с помощью ALTER , то материализованное представление рекомендуется отключить, чтобы избежать несостыковки между целевой таблицей и данными от представления.

## Конфигурация

Аналогично GraphiteMergeTree, движок Kafka поддерживает расширенную конфигурацию с помощью конфигурационного файла ClickHouse. Существует два конфигурационных ключа, которые можно использовать: глобальный ( kafka ) и по топикам ( kafka\_topic\_\* ). Сначала применяется глобальная конфигурация, затем конфигурация по топикам (если она существует).

```

<!-- Global configuration options for all tables of Kafka engine type -->
<kafka>
  <debug>cgrp</debug>
  <auto_offset_reset>smallest</auto_offset_reset>
</kafka>

<!-- Configuration specific for topic "logs" -->
<kafka_logs>
  <retry_backoff_ms>250</retry_backoff_ms>
  <fetch_min_bytes>100000</fetch_min_bytes>
</kafka_logs>

```

В документе [librdkafka configuration reference](#) можно увидеть список возможных опций конфигурации. Используйте подчёркивание (`_`) вместо точки в конфигурации ClickHouse. Например, `check.crcs=true` будет соответствовать `<check_crcs>true</check_crcs>`.

## Виртуальные столбцы

- `_topic` — топик Kafka.
- `_key` — ключ сообщения.
- `_offset` — оффсет сообщения.
- `_timestamp` — временная метка сообщения.
- `_partition` — секция топика Kafka.

Смотрите также

- [Виртуальные столбцы](#)

## MySQL

Движок MySQL позволяет выполнять запросы SELECT над данными, хранящимися на удалённом MySQL сервере.

### Создание таблицы

```

CREATE TABLE [IF NOT EXISTS] [db.]table_name [ON CLUSTER cluster]
(
  name1 [type1] [DEFAULT|MATERIALIZED|ALIAS expr1] [TTL expr1],
  name2 [type2] [DEFAULT|MATERIALIZED|ALIAS expr2] [TTL expr2],
  ...
) ENGINE = MySQL('host:port', 'database', 'table', 'user', 'password'[, replace_query, 'on_duplicate_clause']);

```

Смотрите подробное описание запроса [CREATE TABLE](#).

Структура таблицы может отличаться от исходной структуры таблицы MySQL:

- Имена столбцов должны быть такими же, как в исходной таблице MySQL, но вы можете использовать только некоторые из этих столбцов и в любом порядке.
- Типы столбцов могут отличаться от типов в исходной таблице MySQL. ClickHouse пытается [приводить](#) значения к типам данных ClickHouse.

### Параметры движка

- `host:port` — адрес сервера MySQL.
- `database` — имя базы данных на удалённом сервере.
- `table` — имя таблицы на удалённом сервере.

- `user` — пользователь MySQL.
- `password` — пароль пользователя.
- `replace_query` — флаг, отвечающий за преобразование запросов `INSERT INTO` в `REPLACE INTO`. Если `replace_query=1`, то запрос заменяется.
- `on_duplicate_clause` — выражение `ON DUPLICATE KEY on_duplicate_clause`, добавляемое к запросу `INSERT`.

Пример: `INSERT INTO t (c1,c2) VALUES ('a', 2) ON DUPLICATE KEY UPDATE c2 = c2 + 1`, где `on_duplicate_clause` это `UPDATE c2 = c2 + 1`. Чтобы узнать какие `on_duplicate_clause` можно использовать с секцией `ON DUPLICATE KEY` обратитесь к [документации MySQL](#).

Чтобы указать `on_duplicate_clause` необходимо передать `0` в параметр `replace_query`. Если одновременно передать `replace_query = 1` и `on_duplicate_clause`, то ClickHouse генерирует исключение.

Простые условия `WHERE` такие как `=, !=, >, >=, <, =` выполняются на стороне сервера MySQL.

Остальные условия и ограничение выборки `LIMIT` будут выполнены в ClickHouse только после выполнения запроса к MySQL.

## Пример использования

Таблица в MySQL:

```
mysql> CREATE TABLE `test`.`test` (
->   `int_id` INT NOT NULL AUTO_INCREMENT,
->   `int_nullable` INT NULL DEFAULT NULL,
->   `float` FLOAT NOT NULL,
->   `float_nullable` FLOAT NULL DEFAULT NULL,
->   PRIMARY KEY (`int_id`));
Query OK, 0 rows affected (0,09 sec)

mysql> insert into test (`int_id`, `float`) VALUES (1,2);
Query OK, 1 row affected (0,00 sec)

mysql> select * from test;
+-----+-----+-----+
| int_id | int_nullable | float | float_nullable |
+-----+-----+-----+
|    1 |      NULL |    2 |      NULL |
+-----+-----+-----+
1 row in set (0,00 sec)
```

Таблица в ClickHouse, которая получает данные из созданной ранее таблицы MySQL:

```
CREATE TABLE mysql_table
(
  `float_nullable` Nullable(Float32),
  `int_id` Int32
)
ENGINE = MySQL('localhost:3306', 'test', 'test', 'bayonet', '123')
```

```
SELECT * FROM mysql_table
```

float_nullable	int_id
NULL	1

## Смотрите также

- [Табличная функция 'mysql'](#)

- Использование MySQL в качестве источника для внешнего словаря

## JDBC

Позволяет ClickHouse подключаться к внешним базам данных с помощью [JDBC](#).

Для реализации соединения по JDBC ClickHouse использует отдельную программу [clickhouse-jdbc-bridge](#), которая должна запускаться как демон.

Двигок поддерживает тип данных [Nullable](#).

### Создание таблицы

```
CREATE TABLE [IF NOT EXISTS] [db.]table_name
ENGINE = JDBC(dbms_uri, external_database, external_table)
```

#### Параметры движка

- dbms\_uri — URI внешней СУБД.

Формат: jdbc:<driver\_name>://<host\_name>:<port>/?user=<username>&password=<password>. Пример для MySQL:  
jdbc:mysql://localhost:3306/?user=root&password=root .

- external\_database — база данных во внешней СУБД.
- external\_table — таблица в external\_database .

### Пример использования

Создадим таблицу в на сервере MySQL с помощью консольного клиента MySQL:

```
mysql> CREATE TABLE `test`.`test` (
->   `int_id` INT NOT NULL AUTO_INCREMENT,
->   `int_nullable` INT NULL DEFAULT NULL,
->   `float` FLOAT NOT NULL,
->   `float_nullable` FLOAT NULL DEFAULT NULL,
->   PRIMARY KEY (`int_id`));
Query OK, 0 rows affected (0,09 sec)
```

```
mysql> insert into test (`int_id`, `float`) VALUES (1,2);
Query OK, 1 row affected (0,00 sec)
```

```
mysql> select * from test;
+-----+-----+-----+
| int_id | int_nullable | float | float_nullable |
+-----+-----+-----+
|    1 |      NULL |    2 |      NULL |
+-----+-----+-----+
1 row in set (0,00 sec)
```

Создадим таблицу на сервере ClickHouse и получим из неё данные:

```
CREATE TABLE jdbc_table ENGINE JDBC('jdbc:mysql://localhost:3306/?user=root&password=root', 'test', 'test')
```

```
DESCRIBE TABLE jdbc_table
```

name		type		default_type		default_expression
int_id		Int32				
int_nullable		Nullable(Int32)				
float		Float32				
float_nullable		Nullable(Float32)				

```
SELECT *\nFROM jdbc_table
```

int_id	int_nullable	float	float_nullable
1	NULL	2	NULL

**Смотрите также**

- Табличная функция JDBC.

## ODBC

Позволяет ClickHouse подключаться к внешним базам данных с помощью [ODBC](#).

Чтобы использование ODBC было безопасным, ClickHouse использует отдельную программу `clickhouse-odbc-bridge`. Если драйвер ODBC подгружать непосредственно из `clickhouse-server`, то проблемы с драйвером могут привести к аварийной остановке сервера ClickHouse. ClickHouse автоматически запускает `clickhouse-odbc-bridge` по мере необходимости. Программа устанавливается из того же пакета, что и `clickhouse-server`.

Двигок поддерживает тип данных [Nullable](#).

## Создание таблицы

```
CREATE TABLE [IF NOT EXISTS] [db.]table_name [ON CLUSTER cluster]
(
    name1 [type1],
    name2 [type2],
    ...
)
ENGINE = ODBC(connection_settings, external_database, external_table)
```

Смотрите подробное описание запроса [CREATE TABLE](#).

Структура таблицы может отличаться от структуры исходной таблицы в удалённой СУБД:

- Имена столбцов должны быть такими же, как в исходной таблице, но вы можете использовать только некоторые из этих столбцов и в любом порядке.
  - Типы столбцов могут отличаться от типов аналогичных столбцов в исходной таблице. ClickHouse пытается [приводить](#) значения к типам данных ClickHouse.

## Параметры движка

- `connection_settings` — название секции с настройками соединения в файле `odbc.ini` .
  - `external_database` — имя базы данных во внешней СУБД.
  - `external_table` — имя таблицы в `external database` .

## Пример использования

## Извлечение данных из локальной установки MySQL через ODBC

Этот пример проверялся в Ubuntu Linux 18.04 для MySQL server 5.7.

Убедитесь, что unixODBC и MySQL Connector установлены.

По умолчанию (если установлен из пакетов) ClickHouse запускается от имени пользователя `clickhouse`. Таким образом, вам нужно создать и настроить этого пользователя на сервере MySQL.

```
$ sudo mysql
```

```
mysql> CREATE USER 'clickhouse'@'localhost' IDENTIFIED BY 'clickhouse';
mysql> GRANT ALL PRIVILEGES ON *.* TO 'clickhouse'@'clickhouse' WITH GRANT OPTION;
```

Теперь настроим соединение в `/etc/odbc.ini`.

```
$ cat /etc/odbc.ini
[mysqlconn]
DRIVER = /usr/local/lib/libmyodbc5w.so
SERVER = 127.0.0.1
PORT = 3306
DATABASE = test
USERNAME = clickhouse
PASSWORD = clickhouse
```

Вы можете проверить соединение с помощью утилиты `isql` из установки unixODBC.

```
$ isql -v mysqlconn
+-----+
| Connected!           |
|                   |
|                   |
...               
```

Таблица в MySQL:

```
mysql> CREATE TABLE `test`.`test` (
    -> `int_id` INT NOT NULL AUTO_INCREMENT,
    -> `int_nullable` INT NULL DEFAULT NULL,
    -> `float` FLOAT NOT NULL,
    -> `float_nullable` FLOAT NULL DEFAULT NULL,
    -> PRIMARY KEY (`int_id`));
Query OK, 0 rows affected (0,09 sec)

mysql> insert into test (`int_id`, `float`) VALUES (1,2);
Query OK, 1 row affected (0,00 sec)

mysql> select * from test;
+-----+-----+-----+
| int_id | int_nullable | float | float_nullable |
+-----+-----+-----+
|     1 |      NULL |    2 |      NULL |
+-----+-----+-----+
1 row in set (0,00 sec)
```

Таблица в ClickHouse, которая получает данные из таблицы MySQL:

```
CREATE TABLE odbc_t
(
    `int_id` Int32,
    `float_nullable` Nullable(Float32)
)
ENGINE = ODBC('DSN=mysqlconn', 'test', 'test')
```

```
SELECT * FROM odbc_t
```

int_id	float_nullable
1	NULL

Смотрите также

- [Внешние словари ODBC](#)
- [Табличная функция odbc](#)

## HDFS

Управляет данными в HDFS. Данный движок похож на движки [File](#) и [URL](#).

### Использование движка

```
ENGINE = HDFS(URI, format)
```

В параметр `URI` нужно передавать полный URI файла в HDFS. Параметр `format` должен быть таким, который ClickHouse может использовать и в запросах `INSERT`, и в запросах `SELECT`. Полный список поддерживаемых форматов смотрите в разделе [Форматы](#). Часть URI с путем файла может содержать шаблоны. В этом случае таблица может использоваться только для чтения.

Пример:

1. Создадим на сервере таблицу `hdfs_engine_table`:

```
CREATE TABLE hdfs_engine_table (name String, value UInt32) ENGINE=HDFS('hdfs://hdfs1:9000/other_storage', 'TSV')
```

2. Заполним файл:

```
INSERT INTO hdfs_engine_table VALUES ('one', 1), ('two', 2), ('three', 3)
```

3. Запросим данные:

```
SELECT * FROM hdfs_engine_table LIMIT 2
```

name	value
one	1
two	2

### Детали реализации

- Поддерживается многопоточное чтение и запись.
- Не поддерживается:
  - использование операций `ALTER` и `SELECT...SAMPLE` ;
  - индексы;
  - репликация.

## Шаблоны в пути

Шаблоны могут содержаться в нескольких компонентах пути. Обрабатываются только существующие файлы, название которых целиком удовлетворяет шаблону (не только суффиксом или префиксом).

- `*` — Заменяет любое количество любых символов кроме `/`, включая отсутствие символов.
- `?` — Заменяет ровно один любой символ.
- `{some_string,another_string,yet_another_one}` — Заменяет любую из строк `'some_string'`, `'another_string'`, `'yet_another_one'`.
- `{N..M}` — Заменяет любое число в интервале от `N` до `M` включительно.

Конструкция с `{}` аналогична табличной функции [remote](#).

## Пример

1. Предположим, у нас есть несколько файлов со следующими URI в HDFS:
2. `'hdfs://hdfs1:9000/some_dir/some_file_1'`
3. `'hdfs://hdfs1:9000/some_dir/some_file_2'`
4. `'hdfs://hdfs1:9000/some_dir/some_file_3'`
5. `'hdfs://hdfs1:9000/another_dir/some_file_1'`
6. `'hdfs://hdfs1:9000/another_dir/some_file_2'`
7. `'hdfs://hdfs1:9000/another_dir/some_file_3'`
8. Есть несколько возможностей создать таблицу, состоящую из этих шести файлов:

```
CREATE TABLE table_with_range (name String, value UInt32) ENGINE = HDFS('hdfs://hdfs1:9000/{some,another}_dir/some_file_{1..3}', 'TSV')
```

## Другой способ:

```
CREATE TABLE table_with_question_mark (name String, value UInt32) ENGINE = HDFS('hdfs://hdfs1:9000/{some,another}_dir/some_file_?', 'TSV')
```

Таблица, состоящая из всех файлов в обеих директориях (все файлы должны удовлетворять формату и схеме, указанной в запросе):

```
CREATE TABLE table_with_asterisk (name String, value UInt32) ENGINE = HDFS('hdfs://hdfs1:9000/{some,another}_dir/*', 'TSV')
```

### Warning

Если список файлов содержит числовые интервалы с ведущими нулями, используйте конструкцию с фигурными скобочками для каждой цифры или используйте `?`.

## Example

Создадим таблицу с именами `file000` , `file001` , ... , `file999` :

```
CREATE TABLE big_table (name String, value UInt32) ENGINE = HDFS('hdfs://hdfs1:9000/big_dir/file{0..9}{0..9}{0..9}', 'CSV')
```

## Distributed

Двигок `Distributed` не хранит данные самостоятельно, а позволяет обрабатывать запросы распределённо, на нескольких серверах. Чтение автоматически распараллеливается. При чтении будут использованы индексы таблиц на удалённых серверах, если есть. Двигок `Distributed` принимает параметры: имя кластера в

конфигурационном файле сервера, имя удалённой базы данных, имя удалённой таблицы, а также (не обязательно) ключ шардирования. Пример:

```
Distributed(logs, default, hits[, sharding_key])
```

данные будут читаться со всех серверов кластера logs, из таблицы default.hits, расположенной на каждом сервере кластера. Данные не только читаются, но и частично (настолько, насколько это возможно) обрабатываются на удалённых серверах. Например, при запросе с GROUP BY, данные будут агрегированы на удалённых серверах, промежуточные состояния агрегатных функций будут отправлены на запросивший сервер; затем данные будут доагрегированы.

Вместо имени базы данных может использоваться константное выражение, возвращающее строку. Например, currentDatabase().

logs - имя кластера в конфигурационном файле сервера.

Кластеры задаются следующим образом:

```
<remote_servers>
  <logs>
    <shard>
      <!-- Не обязательно. Вес шарда при записи данных. По умолчанию, 1. -->
      <weight>1</weight>
      <!-- Не обязательно. Записывать ли данные только на одну, любую из реплик. По умолчанию, false - записывать данные на все реплики. -->
      <internal_replication>false</internal_replication>
      <replica>
        <host>example01-01-1</host>
        <port>9000</port>
      </replica>
      <replica>
        <host>example01-01-2</host>
        <port>9000</port>
      </replica>
    </shard>
    <shard>
      <weight>2</weight>
      <internal_replication>false</internal_replication>
      <replica>
        <host>example01-02-1</host>
        <port>9000</port>
      </replica>
      <replica>
        <host>example01-02-2</host>
        <port>9000</port>
      </replica>
    </shard>
  </logs>
</remote_servers>
```

Здесь задан кластер с именем logs, состоящий из двух шардов, каждый из которых состоит из двух реплик. Шардами называются серверы, содержащие разные части данных (чтобы прочитать все данные, нужно идти на все шарды). Репликами называются дублирующие серверы (чтобы прочитать данные, можно идти за данными на любую из реплик).

Имя кластера не должно содержать точки.

В качестве параметров для каждого сервера указываются host , port и, не обязательно, user , password , secure , compression :

- host - адрес удалённого сервера. Может быть указан домен, или IPv4 или IPv6 адрес. В случае указания домена, при старте сервера делается DNS запрос, и результат запоминается на всё время работы сервера. Если DNS запрос неуспешен, то сервер не запускается. Если вы изменяете DNS-запись, перезапустите

сервер.

- `port` - TCP-порт для межсерверного взаимодействия (в конфиге - `tcp_port`, обычно 9000). Не перепутайте с `http_port`.
- `user` - имя пользователя для соединения с удалённым сервером. по умолчанию - `default`. Этот пользователь должен иметь доступ для соединения с указанным сервером. Доступы настраиваются в файле `users.xml`, подробнее смотрите в разделе [Права доступа](#).
- `password` - пароль для соединения с удалённым сервером, в открытом виде. по умолчанию - пустая строка.
- `secure` - Использовать шифрованное соединение `ssl`, Обычно используется с портом `port = 9440`. Сервер должен слушать порт 9440 с корректными настройками сертификатов.
- `compression` - Использовать сжатие данных. По умолчанию: `true`.

При указании реплик, для каждого из шардов, при чтении, будет выбрана одна из доступных реплик. Можно настроить алгоритм балансировки нагрузки (то есть, предпочтения, на какую из реплик идти) - см. настройку [load\\_balancing](#). Если соединение с сервером не установлено, то будет произведена попытка соединения с небольшим таймаутом. Если соединиться не удалось, то будет выбрана следующая реплика, и так для всех реплик. Если попытка соединения для всех реплик не удалась, то будут снова произведены попытки соединения по кругу, и так несколько раз. Это работает в пользу отказоустойчивости, хотя и не обеспечивает полную отказоустойчивость: удалённый сервер может принять соединение, но не работать, или плохо работать.

Можно указать от одного шарда (в таком случае, обработку запроса стоит называть удалённой, а не распределённой) до произвольного количества шардов. В каждом шарде можно указать от одной до произвольного числа реплик. Можно указать разное число реплик для каждого шарда.

Вы можете прописать сколько угодно кластеров в конфигурации.

Для просмотра имеющихся кластеров, вы можете использовать системную таблицу `system.clusters`.

Двигок `Distributed` позволяет работать с кластером, как с локальным сервером. При этом, кластер является неэластичным: вы должны прописать его конфигурацию в конфигурационный файл сервера (лучше всех серверов кластера).

Не поддерживаются `Distributed` таблицы, смотрящие на другие `Distributed` таблицы (за исключением случаев, когда у `Distributed` таблицы всего один шард). Вместо этого, сделайте так, чтобы `Distributed` таблица смотрела на "конечные" таблицы.

Как видно, движок `Distributed` требует прописывания кластера в конфигурационный файл; кластера из конфигурационного файла обновляются налету, без перезапуска сервера. Если вам необходимо каждый раз отправлять запрос на неизвестный набор шардов и реплик, вы можете не создавать `Distributed` таблицу, а воспользоваться табличной функцией `remote`. Смотрите раздел [Табличные функции](#).

Есть два способа записывать данные на кластер:

Во-первых, вы можете самостоятельно определять, на какие серверы какие данные записывать, и выполнять запись непосредственно на каждый шард. То есть, делать `INSERT` в те таблицы, на которые "смотрит" распределённая таблица. Это наиболее гибкое решение поскольку вы можете использовать любую схему шардирования, которая может быть нетривиальной из-за требований предметной области. Также это является наиболее оптимальным решением, так как данные могут записываться на разные шарды полностью независимо.

Во-вторых, вы можете делать `INSERT` в `Distributed` таблицу. В этом случае, таблица будет сама распределять вставляемые данные по серверам. Для того, чтобы писать в `Distributed` таблицу, у неё должен быть задан ключ шардирования (последний параметр). Также, если шард всего-лишь один, то запись работает и без указания ключа шардирования (так как в этом случае он не имеет смысла).

У каждого шарда в конфигурационном файле может быть задан "вес" (`weight`). По умолчанию, вес равен единице.

Данные будут распределяться по шардам в количестве, пропорциональном весу шарда. Например, если есть два шарда, и у первого выставлен вес 9, а у второго 10, то на первый будет отправляться 9 / 19 доля строк, а на второй - 10 / 19.

У каждого шарда в конфигурационном файле может быть указан параметр `internal_replication`.

Если он выставлен в `true`, то для записи будет выбираться первая живая реплика и данные будут писаться на неё. Этот вариант следует использовать, если `Distributed` таблица "смотрит" на реплицируемые таблицы. То есть, если таблица, в которую будут записаны данные, будет сама заниматься их репликацией.

Если он выставлен в `false` (по умолчанию), то данные будут записываться на все реплики. По сути, это означает, что `Distributed` таблица занимается репликацией данных самостоятельно. Это хуже, чем использование реплицируемых таблиц, так как не контролируется консистентность реплик, и они со временем будут содержать немного разные данные.

Для выбора шарда, на который отправляется строка данных, вычисляется выражение шардирования, и берётся его остаток от деления на суммарный вес шардов. Стока отправляется на шард, соответствующий полуинтервалу остатков от `prev_weights` до `prev_weights + weight`, где `prev_weights` - сумма весов шардов с меньшим номером, а `weight` - вес этого шарда. Например, если есть два шарда, и у первого выставлен вес 9, а у второго 10, то строка будет отправляться на первый шард для остатков из диапазона [0, 9], а на второй - для остатков из диапазона [9, 19].

Выражением шардирования может быть произвольное выражение от констант и столбцов таблицы, возвращающее целое число. Например, вы можете использовать выражение `rand()` для случайного распределения данных, или `UserID` - для распределения по остатку от деления идентификатора посетителя (тогда данные одного посетителя будут расположены на одном шарде, что упростит выполнение `IN` и `JOIN` по посетителям). Если распределение какого-либо столбца недостаточно равномерное, вы можете обернуть его в хэш функцию: `intHash64(UserID)`.

Простой остаток от деления является довольно ограниченным решением для шардирования и подходит не для всех случаев. Он подходит для среднего и большого объёма данных (десятки серверов), но не для очень больших объёмов данных (сотни серверов и больше). В последнем случае, лучше использовать схему шардирования, продиктованную требованиями предметной области, и не использовать возможность записи в `Distributed` таблицы.

Запросы `SELECT` отправляются на все шарды, и работают независимо от того, каким образом данные распределены по шардам (они могут быть распределены полностью случайно). При добавлении нового шарда, можно не переносить на него старые данные, а записывать новые данные с большим весом - данные будут распределены слегка неравномерно, но запросы будут работать корректно и достаточно эффективно.

Беспокоиться о схеме шардирования имеет смысл в следующих случаях: - используются запросы, требующие соединение данных (`IN`, `JOIN`) по определённому ключу - тогда если данные шардированы по этому ключу, то можно использовать локальные `IN`, `JOIN` вместо `GLOBAL IN`, `GLOBAL JOIN`, что кардинально более эффективно. - используется большое количество серверов (сотни и больше) и большое количество маленьких запросов (запросы отдельных клиентов - сайтов, рекламодателей, партнёров) - тогда, для того, чтобы маленькие запросы не затрагивали весь кластер, имеет смысл располагать данные одного клиента на одном шарде, или (вариант, который используется в Яндекс.Метрике) сделать двухуровневое шардирование: разбить весь кластер на "слои", где слой может состоять из нескольких шардов; данные для одного клиента располагаются на одном слое, но в один слой можно по мере необходимости добавлять шарды, в рамках которых данные распределены произвольным образом; создаются распределённые таблицы на каждый слой и одна общая распределённая таблица для глобальных запросов.

Запись данных осуществляется полностью асинхронно. При вставке в таблицу, блок данных сначала записывается в файловую систему. Затем, в фоновом режиме отправляются на удалённые серверы при первой возможности. Период отправки регулируется настройками `distributed_directory_monitor_sleep_time_ms` и

[distributed\\_directory\\_monitor\\_max\\_sleep\\_time\\_ms](#). Движок таблиц Distributed отправляет каждый файл со вставленными данными отдельно, но можно включить пакетную отправку данных настройкой [distributed\\_directory\\_monitor\\_batch\\_inserts](#). Эта настройка улучшает производительность кластера за счет более оптимального использования ресурсов сервера-отправителя и сети. Необходимо проверять, что данные отправлены успешно, для этого проверьте список файлов (данных, ожидающих отправки) в каталоге таблицы /var/lib/clickhouse/data/database/table/ .

Если после INSERT-а в Distributed таблицу, сервер перестал существовать или был грубо перезапущен (например, в следствие аппаратного сбоя), то записанные данные могут быть потеряны. Если в директории таблицы обнаружен повреждённый кусок данных, то он переносится в поддиректорию broken и больше не используется.

При выставлении опции max\_parallel\_replicas выполнение запроса распаралеливается по всем репликам внутри одного шарда. Подробнеесмотрите раздел [max\\_parallel\\_replicas](#).

## Внешние данные для обработки запроса

ClickHouse позволяет отправить на сервер данные, необходимые для обработки одного запроса, вместе с запросом SELECT. Такие данные будут положены во временную таблицу (см. раздел "Временные таблицы") и смогут использоваться в запросе (например, в операторах IN).

Для примера, если у вас есть текстовый файл с важными идентификаторами посетителей, вы можете загрузить его на сервер вместе с запросом, в котором используется фильтрация по этому списку.

Если вам нужно будет выполнить более одного запроса с достаточно большими внешними данными - лучше не использовать эту функциональность, а загрузить данные в БД заранее.

Внешние данные могут быть загружены как с помощью клиента командной строки (в не интерактивном режиме), так и через HTTP-интерфейс.

В клиенте командной строки, может быть указана секция параметров вида

```
--external --file=... [--name=...] [--format=...] [--types=...]|--structure=...]
```

Таких секций может быть несколько - по числу передаваемых таблиц.

--external - маркер начала секции. --file - путь к файлу с дампом таблицы, или - , что обозначает stdin. Из stdin может быть считана только одна таблица.

Следующие параметры не обязательные: --name - имя таблицы. Если не указано - используется \_data. --format - формат данных в файле. Если не указано - используется TabSeparated.

Должен быть указан один из следующих параметров:--types - список типов столбцов через запятую. Например, UInt64,String . Столбцы будут названы \_1, \_2, ...--structure - структура таблицы, в форме UserID UInt64 , URL String . Определяет имена и типы столбцов.

Файлы, указанные в file, будут разобраны форматом, указанным в format, с использованием типов данных, указанных в types или structure. Таблица будет загружена на сервер, и доступна там в качестве временной таблицы с именем name.

Примеры:

```
$ echo -ne "1\n2\n3\n" | clickhouse-client --query="SELECT count() FROM test.visits WHERE TraficSourceID IN _data" --external --file=- --types=Int8  
849897  
$ cat /etc/passwd | sed 's/:/\t/g' | clickhouse-client --query="SELECT shell, count() AS c FROM passwd GROUP BY shell ORDER BY c DESC" --external --file=- --name=passwd --structure='login String, unused String, uid UInt16, gid UInt16, comment String, home String, shell String'  
/bin/sh 20  
/bin/false 5  
/bin/bash 4  
/usr/sbin/nologin 1  
/bin/sync 1
```

При использовании HTTP интерфейса, внешние данные передаются в формате multipart/form-data. Каждая таблица передаётся отдельным файлом. Имя таблицы берётся из имени файла. В query\_string передаются параметры name\_format, name\_types, name\_structure, где name - имя таблицы, которой соответствуют эти параметры. Смысл параметров такой же, как при использовании клиента командной строки.

Пример:

```
$ cat /etc/passwd | sed 's/:/\t/g' > passwd.tsv  
$ curl -F 'passwd=@passwd.tsv;' 'http://localhost:8123/?query=SELECT+shell,+count()+'AS+c+FROM+passwd+GROUP+BY+shell+ORDER+BY+c+DESC&passwd_structure=login+String,+unused+String,'  
/bin/sh 20  
/bin/false 5  
/bin/bash 4  
/usr/sbin/nologin 1  
/bin/sync 1
```

При распределённой обработке запроса, временные таблицы передаются на все удалённые серверы.

## Dictionary

Двигок Dictionary отображает данные [словаря](#) как таблицу ClickHouse.

Рассмотрим для примера словарь products со следующей конфигурацией:

```

<dictionaries>
<dictionary>
  <name>products</name>
  <source>
    <odbc>
      <table>products</table>
      <connection_string>DSN=some-db-server</connection_string>
    </odbc>
  </source>
  <lifetime>
    <min>300</min>
    <max>360</max>
  </lifetime>
  <layout>
    <flat/>
  </layout>
  <structure>
    <id>
      <name>product_id</name>
    </id>
    <attribute>
      <name>title</name>
      <type>String</type>
      <null_value></null_value>
    </attribute>
  </structure>
</dictionary>
</dictionaries>

```

Запрос данных словаря:

```

SELECT
  name,
  type,
  key,
  attribute.names,
  attribute.types,
  bytes_allocated,
  element_count,
  source
FROM system.dictionaries
WHERE name = 'products'

```

name	type	key	attribute.names	attribute.types	bytes_allocated	element_count	source
products	Flat	UInt64	['title']	['String']	23065376	175032	ODBC: .products

В таком виде данные из словаря можно получить при помощи функций [dictGet\\*](#).

Такое представление неудобно, когда нам необходимо получить данные в чистом виде, а также при выполнении операции `JOIN`. Для этих случаев можно использовать движок `Dictionary`, который отобразит данные словаря в таблицу.

Синтаксис:

```
CREATE TABLE %table_name% (%fields%) engine = Dictionary(%dictionary_name%)`
```

Пример использования:

```
create table products (product_id UInt64, title String) Engine = Dictionary(products);
```

Проверим что у нас в таблице?

```
select * from products limit 1;
```

product_id	title
152689	Some item

## Merge

Двигок Merge (не путайте с движком MergeTree) не хранит данные самостоятельно, а позволяет читать одновременно из произвольного количества других таблиц. Чтение автоматически распараллеливается. Запись в таблицу не поддерживается. При чтении будут использованы индексы тех таблиц, из которых реально идёт чтение, если они существуют. Двигок Merge принимает параметры: имя базы данных и регулярное выражение для таблиц.

Пример:

```
Merge(hits, '^WatchLog')
```

Данные будут читаться из таблиц в базе hits , имена которых соответствуют регулярному выражению '^WatchLog' .

Вместо имени базы данных может использоваться константное выражение, возвращающее строку. Например, currentDatabase() .

Регулярные выражения — `re2` (поддерживает подмножество PCRE), регистрозависимые. Смотрите замечание об экранировании в регулярных выражениях в разделе "match".

При выборе таблиц для чтения, сама Merge -таблица не будет выбрана, даже если попадает под регулярное выражение, чтобы не возникло циклов. Впрочем, вы можете создать две Merge -таблицы, которые будут пытаться бесконечно читать данные друг друга, но делать этого не нужно.

Типичный способ использования движка Merge — работа с большим количеством таблиц типа TinyLog , как с одной.

Пример 2:

Пусть есть старая таблица WatchLog\_old . Необходимо изменить партиционирование без перемещения данных в новую таблицу WatchLog\_new . При этом в выборке должны участвовать данные обеих таблиц.

```
CREATE TABLE WatchLog_old(date Date, UserId Int64, EventType String, Cnt UInt64)
ENGINE=MergeTree(date, (UserId, EventType), 8192);
INSERT INTO WatchLog_old VALUES ('2018-01-01', 1, 'hit', 3);

CREATE TABLE WatchLog_new(date Date, UserId Int64, EventType String, Cnt UInt64)
ENGINE=MergeTree PARTITION BY date ORDER BY (UserId, EventType) SETTINGS index_granularity=8192;
INSERT INTO WatchLog_new VALUES ('2018-01-02', 2, 'hit', 3);

CREATE TABLE WatchLog as WatchLog_old ENGINE=Merge(currentDatabase(), '^WatchLog');

SELECT *
FROM WatchLog
```

date	UserId	EventType	Cnt
2018-01-01	1	hit	3

date	UserId	EventType	Cnt
2018-01-02	2	hit	3

## Виртуальные столбцы

- `_table` — содержит имя таблицы, из которой данные были прочитаны. Тип —[String](#).

В секции `WHERE/PREWHERE` можно установить константное условие на столбец `_table` (например, `WHERE _table='xyz'`). В этом случае операции чтения выполняются только для тех таблиц, для которых выполняется условие на значение `_table`, таким образом, столбец `_table` работает как индекс.

Смотрите также

- [Виртуальные столбцы](#)

## File(Format)

Управляет данными в одном файле на диске в указанном формате.

Примеры применения:

- Выгрузка данных из ClickHouse в файл.
- Преобразование данных из одного формата в другой.
- Обновление данных в ClickHouse редактированием файла на диске.

## Использование движка в сервере ClickHouse

### File(Format)

Format должен быть таким, который ClickHouse может использовать и в запросах `INSERT` и в запросах `SELECT`. Полный список поддерживаемых форматов смотрите в разделе [Форматы](#).

Сервер ClickHouse не позволяет указать путь к файлу, с которым будет работать `File`. Используется путь к хранилищу, определенный параметром `path` в конфигурации сервера.

При создании таблицы с помощью `File(Format)` сервер ClickHouse создает в хранилище каталог с именем таблицы, а после добавления в таблицу данных помещает туда файл `data.Format`.

Можно вручную создать в хранилище каталог таблицы, поместить туда файл, затем на сервере ClickHouse добавить ([ATTACH](#)) информацию о таблице, соответствующей имени каталога и прочитать из файла данные.

### Warning

Будьте аккуратны с этой функциональностью, поскольку сервер ClickHouse не отслеживает внешние изменения данных. Если в файл будет производиться запись одновременно со стороны сервера ClickHouse и с внешней стороны, то результат непредсказуем.

Пример:

1. Создадим на сервере таблицу `file_engine_table`:

```
CREATE TABLE file_engine_table (name String, value UInt32) ENGINE=File(TabSeparated)
```

В конфигурации по умолчанию сервер ClickHouse создаст каталог `/var/lib/clickhouse/data/default/file_engine_table`.

2. Вручную создадим файл `/var/lib/clickhouse/data/default/file_engine_table/data.TabSeparated` с содержимым:

```
$cat data.TabSeparated
one 1
two 2
```

3. Запросим данные:

```
SELECT * FROM file_engine_table
```

name	value
one	1
two	2

## Использование движка в clickhouse-local

В [clickhouse-local](#) движок в качестве параметра принимает не только формат, но и путь к файлу. В том числе можно указать стандартные потоки ввода/вывода цифровым или буквенным обозначением 0 или `stdin` , 1 или `stdout` .

Пример:

```
$ echo -e "1,2\n3,4" | clickhouse-local -q "CREATE TABLE table (a Int64, b Int64) ENGINE = File(CSV, stdin); SELECT a, b FROM table; DROP TABLE table"
```

## Детали реализации

- Поддерживается одновременное выполнение множества запросов `SELECT` , запросы `INSERT` могут выполняться только последовательно.
- Поддерживается создание ещё не существующего файла при запросе `INSERT` .
- Для существующих файлов `INSERT` записывает в конец файла.
- Не поддерживается:
  - использование операций `ALTER` и `SELECT...SAMPLE` ;
  - индексы;
  - репликация.

## Null

При записи в таблицу типа Null, данные игнорируются. При чтении из таблицы типа Null, возвращается пустота.

Тем не менее, есть возможность создать материализованное представление над таблицей типа Null. Тогда данные, записываемые в таблицу, будут попадать в представление.

## Set

Представляет собой множество, постоянно находящееся в оперативке. Предназначено для использования в правой части оператора IN (смотрите раздел "Операторы IN").

В таблицу можно вставлять данные INSERT-ом - будут добавлены новые элементы в множество, с игнорированием дубликатов. Но из таблицы нельзя, непосредственно, делать SELECT. Единственная возможность чтения - использование в правой части оператора IN.

Данные постоянно находятся в оперативке. При INSERT-е, в директорию таблицы на диске, также пишутся блоки вставленных данных. При запуске сервера, эти данныечитываются в оперативку. То есть, после перезапуска, данные остаются на месте.

При грубом перезапуске сервера, блок данных на диске может быть потерян или повреждён. В последнем случае, может потребоваться вручную удалить файл с повреждёнными данными.

## Join

Подготовленная структура данных для использования в операциях [JOIN](#).

### Создание таблицы

```
CREATE TABLE [IF NOT EXISTS] [db.]table_name [ON CLUSTER cluster]
(
    name1 [type1] [DEFAULT|MATERIALIZED|ALIAS expr1] [TTL expr1],
    name2 [type2] [DEFAULT|MATERIALIZED|ALIAS expr2] [TTL expr2],
) ENGINE = Join(join_strictness, join_type, k1[, k2, ...])
```

Смотрите подробное описание запроса [CREATE TABLE](#).

Параметры движка

- join\_strictness – [строгость JOIN](#).
- join\_type – [тип JOIN](#).
- k1[, k2, ...] – ключевые столбцы секции `USING` с которыми выполняется операция `JOIN`.

Вводите параметры `join_strictness` и `join_type` без кавычек, например, `Join(ANY, LEFT, col1)`. Они должны быть такими же как и в той операции `JOIN`, в которой таблица будет использоваться. Если параметры не совпадают, ClickHouse не генерирует исключение и может возвращать неверные данные.

### Использование таблицы

#### Пример

Создание левой таблицы:

```
CREATE TABLE id_val(`id` UInt32, `val` UInt32) ENGINE = TinyLog
```

```
INSERT INTO id_val VALUES (1,11)(2,12)(3,13)
```

Создание правой таблицы с движком `Join`:

```
CREATE TABLE id_val_join(`id` UInt32, `val` UInt8) ENGINE = Join(ANY, LEFT, id)
```

```
INSERT INTO id_val_join VALUES (1,21)(1,22)(3,23)
```

Объединение таблиц:

```
SELECT * FROM id_val ANY LEFT JOIN id_val_join USING (id) SETTINGS join_use_nulls = 1
```

<code>id</code>	<code>val</code>	<code>id_val_join.val</code>
1	11	21
2	12	NULL
3	13	23

В качестве альтернативы, можно извлечь данные из таблицы `Join`, указав значение ключа объединения:

```
SELECT joinGet('id_val_join', 'val', toUInt32(1))
```

```
joinGet('id_val_join', 'val', toUInt32(1))—  
21 |
```

## Выборка и вставка данных

Для добавления данных в таблицы с движком `Join` используйте запрос `INSERT`. Если таблица создавалась со строгостью `ANY`, то данные с повторяющимися ключами игнорируются. Если задавалась строгость `ALL`, то добавляются все строки.

Из таблиц нельзя выбрать данные с помощью запроса `SELECT`. Вместо этого, используйте один из следующих методов:

- Используйте таблицу как правую в секции `JOIN`.
- Используйте функцию `joinGet`, которая позволяет извлекать данные из таблицы таким же образом как из словаря.

## Ограничения и настройки

При создании таблицы, применяются следующие параметры :

- `join_use_nulls`
- `max_rows_in_join`
- `max_bytes_in_join`
- `join_overflow_mode`
- `join_any_take_last_row`

Таблицы с движком `Join` нельзя использовать в операциях `GLOBAL JOIN`.

## Хранение данных

Данные таблиц `Join` всегда находятся в RAM. При вставке строк в таблицу ClickHouse записывает блоки данных в каталог на диске, чтобы их можно было восстановить при перезапуске сервера.

При аварийном перезапуске сервера блок данных на диске может быть потерян или повреждён. В последнем случае, может потребоваться вручную удалить файл с повреждёнными данными.

## URL(URL, Format)

Управляет данными на удаленном HTTP/HTTPS сервере. Данный движок похож на движок `File`.

## Использование движка в сервере ClickHouse

`Format` должен быть таким, который ClickHouse может использовать в запросах `SELECT` и, если есть

необходимость, `INSERT`. Полный список поддерживаемых форматов смотрите в разделе [Форматы](#).

URL должен соответствовать структуре Uniform Resource Locator. По указанному URL должен находиться сервер работающий по протоколу HTTP или HTTPS. При этом не должно требоваться никаких дополнительных заголовков для получения ответа от сервера.

Запросы `INSERT` и `SELECT` транслируются в `POST` и `GET` запросы соответственно. Для обработки `POST`-запросов удаленный сервер должен поддерживать [Chunked transfer encoding](#).

Максимальное количество переходов по редиректам при выполнении HTTP-запроса методом `GET` можно ограничить с помощью настройки `max_http_get_redirects`.

Пример:

1. Создадим на сервере таблицу `url_engine_table`:

```
CREATE TABLE url_engine_table (word String, value UInt64)
ENGINE=URL('http://127.0.0.1:12345/', CSV)
```

2. Создадим простейший http-сервер стандартными средствами языка python3 и запустим его:

```
from http.server import BaseHTTPRequestHandler, HTTPServer

class CSVHTTPServer(BaseHTTPRequestHandler):
    def do_GET(self):
        self.send_response(200)
        self.send_header('Content-type', 'text/csv')
        self.end_headers()

        self.wfile.write(bytes('Hello,1\nWorld,2\n', "utf-8"))

    if __name__ == "__main__":
        server_address = ('127.0.0.1', 12345)
        HTTPServer(server_address, CSVHTTPServer).serve_forever()
```

```
$ python3 server.py
```

3. Запросим данные:

```
SELECT * FROM url_engine_table
```

word	value
Hello	1
World	2

## Особенности использования

- Поддерживается многопоточное чтение и запись.
- Не поддерживается:
  - использование операций `ALTER` и `SELECT...SAMPLE`;
  - индексы;
  - репликация.

## View

Используется для реализации представлений (подробнее см. запрос [CREATE VIEW](#)). Не хранит данные, а хранит только указанный запрос [SELECT](#). При чтении из таблицы, выполняет его (с удалением из запроса всех ненужных столбцов).

## MaterializedView

Используется для реализации материализованных представлений (подробнее см. запрос [CREATE TABLE](#)). Для хранения данных, использует другой движок, который был указан при создании представления. При чтении из таблицы, просто использует этот движок.

## Memory

Хранит данные в оперативке, в несжатом виде. Данные хранятся именно в таком виде, в каком они получаются при чтении. То есть, само чтение из этой таблицы полностью бесплатно. Конкурентный доступ к данным синхронизируется. Блокировки короткие: чтения и записи не блокируют друг друга. Индексы не поддерживаются. Чтение распараллеливается. За счёт отсутствия чтения с диска, разжатия и десериализации данных удается достичь максимальной производительности (выше 10 ГБ/сек.) на простых запросах. (Стоит заметить, что во многих случаях, производительность движка MergeTree, почти такая же высокая.) При перезапуске сервера данные из таблицы исчезают и таблица становится пустой. Обычно, использование этого движка таблиц является неоправданным. Тем не менее, он может использоваться для тестов, а также в задачах, где важно достичь максимальной скорости на не очень большом количестве строк (примерно до 100 000 000).

Движок Memory используется системой для временных таблиц - внешних данных запроса (смотрите раздел "Внешние данные для обработки запроса"), для реализации [GLOBAL IN](#) (смотрите раздел "Операторы IN").

## Buffer

Буферизует записываемые данные в оперативке, периодически сбрасывая их в другую таблицу. При чтении, производится чтение данных одновременно из буфера и из другой таблицы.

```
Buffer(database, table, num_layers, min_time, max_time, min_rows, max_rows, min_bytes, max_bytes)
```

Параметры движка:

`database` — имя базы данных. Вместо имени базы данных может использоваться константное выражение, возвращающее строку. `table` — таблица, в которую сбрасывать данные. `num_layers` — уровень параллелизма. Физически таблица будет представлена в виде `num_layers` независимых буферов. Рекомендуемое значение — 16. `min_time`, `max_time`, `min_rows`, `max_rows`, `min_bytes`, `max_bytes` — условия для сброса данных из буфера.

Данные сбрасываются из буфера и записываются в таблицу назначения, если выполнены все `min`-условия или хотя бы одно `max`-условие.

- `min_time`, `max_time` — условие на время в секундах от момента первой записи в буфер.
- `min_rows`, `max_rows` — условие на количество строк в буфере.
- `min_bytes`, `max_bytes` — условие на количество байт в буфере.

При записи, данные вставляются в случайный из `num_layers` буферов. Или, если размер куска вставляемых данных достаточно большой (больше `max_rows` или `max_bytes`), то он записывается в таблицу назначения минуя буфер.

Условия для сброса данных учитываются отдельно для каждого из `num_layers` буферов. Например, если `num_layers = 16` и `max_bytes = 100000000`, то максимальный расход оперативки будет 1.6 GB.

Пример:

```
CREATE TABLE merge.hits_buffer AS merge.hits ENGINE = Buffer(merge, hits, 16, 10, 100, 10000, 1000000, 10000000, 100000000)
```

Создаём таблицу `merge.hits_buffer` такой же структуры как `merge.hits` и движком `Buffer`. При записи в эту таблицу, данные буферизуются в оперативке и, в дальнейшем, записываются в таблицу `merge.hits`. Создаётся 16 буферов. Данные, имеющиеся в каждом из них будут сбрасываться, если прошло сто секунд, или записан миллион строк, или записано сто мегабайт данных; или если одновременно прошло десять секунд и записано десять тысяч строк и записано десять мегабайт данных. Для примера, если записана всего лишь одна строка, то через сто секунд она будет сброшена в любом случае. А если записано много строк, то они будут сброшены раньше.

При остановке сервера, при `DROP TABLE` или `DETACH TABLE`, данные из буфера тоже сбрасываются в таблицу назначения.

В качестве имени базы данных и имени таблицы можно указать пустые строки в одинарных кавычках. Это обозначает отсутствие таблицы назначения. В таком случае, при достижении условий на сброс данных, буфер будет просто очищаться. Это может быть полезным, чтобы хранить в оперативке некоторое окно данных.

При чтении из таблицы типа `Buffer`, будут обработаны данные, как находящиеся в буфере, так и данные из таблицы назначения (если такая есть). Но следует иметь ввиду, что таблица `Buffer` не поддерживает индекс. То есть, данные в буфере будут просканированы полностью, что может быть медленно для буферов большого размера. (Для данных в подчинённой таблице, будет использоваться тот индекс, который она поддерживает.)

Если множество столбцов таблицы `Buffer` не совпадает с множеством столбцов подчинённой таблицы, то будут вставлено подмножество столбцов, которое присутствует в обеих таблицах.

Если у одного из столбцов таблицы `Buffer` и подчинённой таблицы не совпадает тип, то в лог сервера будет записано сообщение об ошибке и буфер будет очищен. То же самое происходит, если подчинённая таблица не существует в момент сброса буфера.

Если есть необходимость выполнить `ALTER` для подчинённой таблицы и для таблицы `Buffer`, то рекомендуется удалить таблицу `Buffer`, затем выполнить `ALTER` подчинённой таблицы, а затем создать таблицу `Buffer` заново.

При нештатном перезапуске сервера, данные, находящиеся в буфере, будут потеряны.

Для таблиц типа `Buffer` неправильно работают `FINAL` и `SAMPLE`. Эти условия пробрасываются в таблицу назначения, но не используются для обработки данных в буфере. В связи с этим, рекомендуется использовать таблицу типа `Buffer` только для записи, а читать из таблицы назначения.

При добавлении данных в `Buffer`, один из буферов блокируется. Это приводит к задержкам, если одновременно делается чтение из таблицы.

Данные, вставляемые в таблицу `Buffer`, попадают в подчинённую таблицу в порядке, возможно отличающимся от порядка вставки, и блоками, возможно отличающимися от вставленных блоков. В связи с этим, трудно корректно использовать таблицу типа `Buffer` для записи в `CollapsingMergeTree`. Чтобы избежать проблемы, можно выставить `num_layers` в 1.

Если таблица назначения является реплицируемой, то при записи в таблицу `Buffer` будут потеряны некоторые ожидаемые свойства реплицируемых таблиц. Из-за произвольного изменения порядка строк и размеров блоков данных, перестаёт работать дедупликация данных, в результате чего исчезает возможность надёжной `exact` записи в реплицируемые таблицы.

В связи с этими недостатками, таблицы типа `Buffer` можно рекомендовать к применению лишь в очень редких случаях.

Таблицы типа `Buffer` используются в тех случаях, когда от большого количества серверов поступает слишком много `INSERT`-ов в единицу времени, и нет возможности заранее самостоятельно буферизовать данные перед

вставкой, в результате чего, INSERT-ы не успевают выполняться.

Заметим, что даже для таблиц типа Buffer не имеет смысла вставлять данные по одной строке, так как таким образом будет достигнута скорость всего лишь в несколько тысяч строк в секунду, тогда как при вставке более крупными блоками, достижимо более миллиона строк в секунду (смотрите раздел "Производительность").

## Справка по SQL

- [SELECT](#)
- [INSERT INTO](#)
- [CREATE](#)
- [ALTER](#)
- [Прочие виды запросов](#)

## Синтаксис

В системе есть два вида парсеров: полноценный парсер SQL (recursive descent parser) и парсер форматов данных (быстрый потоковый парсер). Во всех случаях кроме запроса INSERT, используется только полноценный парсер SQL. В запросе INSERT используется оба парсера:

```
INSERT INTO t VALUES (1, 'Hello, world'), (2, 'abc'), (3, 'def')
```

Фрагмент `INSERT INTO t VALUES` парсится полноценным парсером, а данные `(1, 'Hello, world'), (2, 'abc'), (3, 'def')` - быстрым потоковым парсером. Данные могут иметь любой формат. При получении запроса, сервер заранее считывает в оперативку не более `max_query_size` байт запроса (по умолчанию, 1МБ), а всё остальное обрабатывается потоково. Таким образом, в системе нет проблем с большими INSERT запросами, как в MySQL.

При использовании формата Values в INSERT запросе может сложиться иллюзия, что данные парсятся также, как выражения в запросе SELECT, но это не так. Формат Values гораздо более ограничен.

Далее пойдёт речь о полноценном парсере. О парсерах форматов, смотри раздел "Форматы".

## Пробелы

Между синтаксическими конструкциями (в том числе, в начале и конце запроса) может быть расположено произвольное количество пробельных символов. К пробельным символам относятся пробел, таб, перевод строки, CR, form feed.

## Комментарии

Поддерживаются комментарии в SQL-стиле и C-стиле. Комментарии в SQL-стиле: от `--` до конца строки. Пробел после `--` может не ставиться. Комментарии в C-стиле: от `/*` до `*/`. Такие комментарии могут быть многострочными. Пробелы тоже не обязательны.

## Ключевые слова

Ключевые слова (например, `SELECT`) регистронезависимы. Всё остальное (имена столбцов, функций и т. п.), в отличие от стандарта SQL, регистрозависимо.

Ключевые слова не зарезервированы (а всего лишь парсятся как ключевые слова в соответствующем контексте). Если вы используете [идентификаторы](#), совпадающие с ключевыми словами, заключите их в кавычки. Например,

запрос `SELECT "FROM" FROM table_name` валиден, если таблица `table_name` имеет столбец с именем `"FROM"`.

## Идентификаторы

Идентификаторы:

- Имена кластеров, баз данных, таблиц, разделов и столбцов;
- Функции;
- Типы данных;
- [Синонимы выражений](#).

Некоторые идентификаторы нужно указывать в кавычках (например, идентификаторы с пробелами). Прочие идентификаторы можно указывать без кавычек. Рекомендуется использовать идентификаторы, не требующие кавычек.

Идентификаторы не требующие кавычек соответствуют регулярному выражению `^[a-zA-Z_][0-9a-zA-Z_]*$` и не могут совпадать с [ключевыми словами](#). Примеры: `x`, `_1`, `X_y_Z123`.

Если вы хотите использовать идентификаторы, совпадающие с ключевыми словами, или использовать в идентификаторах символы, не входящие в регулярное выражение, заключите их в двойные или обратные кавычки, например, `"id"`, ``id``.

## Литералы

Существуют: числовые, строковые, составные литералы и `NULL`.

### Числовые

Числовой литерал пытается распарситься:

- Сначала как знаковое 64-разрядное число, функцией `strtoull`.
- Если не получилось, то как беззнаковое 64-разрядное число, функцией `strtoll`.
- Если не получилось, то как число с плавающей запятой, функцией `strtod`.
- Иначе — ошибка.

Соответствующее значение будет иметь тип минимального размера, который вмещает значение. Например, `1` парсится как `UInt8`, а `256` как `UInt16`. Подробнее о типах данных читайте в разделе [Типы данных](#).

Примеры: `1`, `18446744073709551615`, `0xDEADBEEF`, `01`, `0.1`, `1e100`, `-1e-100`, `inf`, `nan`.

### Строковые

Поддерживаются только строковые литералы в одинарных кавычках. Символы внутри могут быть экранированы с помощью обратного слеша. Следующие escape-последовательности имеют соответствующее специальное значение: `\b`, `\f`, `\r`, `\n`, `\t`, `\0`, `\a`, `\v`, `\xHH`. Во всех остальных случаях, последовательности вида `\c`, где `c` — любой символ, преобразуется в `c`. Таким образом, могут быть использованы последовательности `'\`` и `\\"`.

Значение будет иметь тип [String](#).

Минимальный набор символов, которых вам необходимо экранировать в строковых литералах: `'` и `\`. Одинарная кавычка может быть экранирована одинарной кавычкой, литералы `'It\'s'` и `'It"s'` эквивалентны.

### Составные

Поддерживаются конструкции для массивов: `[1, 2, 3]` и кортежей: `(1, 'Hello, world!', 2)`. На самом деле, это вовсе не литералы, а выражение с оператором создания массива и оператором создания кортежка, соответственно.

Массив должен состоять хотя бы из одного элемента, а кортеж - хотя бы из двух. Кортежи носят служебное значение для использования в секции `IN` запроса `SELECT`. Кортежи могут быть получены как результат запроса, но они не могут быть сохранены в базе данных (за исключением таблицы [Memory](#).)

## NULL

Обозначает, что значение отсутствует.

Чтобы в поле таблицы можно было хранить `NULL`, оно должно быть типа [Nullable](#).

В зависимости от формата данных (входных или выходных) `NULL` может иметь различное представление. Подробнее смотрите в документации для [форматов данных](#).

При обработке `NULL` есть множество особенностей. Например, если хотя бы один из аргументов операции сравнения — `NULL`, то результатом такой операции тоже будет `NULL`. Этим же свойством обладают операции умножения, сложения и пр. Подробнее читайте в документации на каждую операцию.

В запросах можно проверить `NULL` с помощью операторов [IS NULL](#) и [IS NOT NULL](#), а также соответствующих функций `isNull` и `isNotNull`.

## Функции

Функции записываются как идентификатор со списком аргументов (возможно, пустым) в скобках. В отличие от стандартного SQL, даже в случае пустого списка аргументов, скобки обязательны. Пример: `now()`. Бывают обычные и агрегатные функции (смотрите раздел "Агрегатные функции"). Некоторые агрегатные функции могут содержать два списка аргументов в круглых скобках. Пример: `quantile(0.9)(x)`. Такие агрегатные функции называются "параметрическими", а первый список аргументов называется "параметрами". Синтаксис агрегатных функций без параметров ничем не отличается от обычных функций.

## Операторы

Операторы преобразуются в соответствующие им функции во время парсинга запроса, с учётом их приоритета и ассоциативности. Например, выражение `1 + 2 * 3 + 4` преобразуется в `plus(plus(1, multiply(2, 3)), 4)`.

## Типы данных и движки таблиц

Типы данных и движки таблиц в запросе `CREATE` записываются также, как идентификаторы или также как функции. То есть, могут содержать или не содержать список аргументов в круглых скобках. Подробнее смотрите разделы "Типы данных", "Движки таблиц", "CREATE".

## Синонимы выражений

Синоним — это пользовательское имя выражения в запросе.

`expr AS alias`

- `AS` — ключевое слово для определения синонимов. Можно определить синоним для имени таблицы или столбца в секции `SELECT` без использования ключевого слова `AS`.

Например, `SELECT table_name_alias.column_name FROM table_name table_name_alias`.

В функции `CAST`, ключевое слово `AS` имеет другое значение. Смотрите описание функции.

- `expr` — любое выражение, которое поддерживает ClickHouse.

Например, `SELECT column_name * 2 AS double FROM some_table`.

- alias — имя для выражения . Синонимы должны соответствовать синтаксису идентификаторов.

Например, `SELECT "table t".column_name FROM table_name AS "table t"` .

## Примечания по использованию

Синонимы являются глобальными для запроса или подзапроса, и вы можете определить синоним в любой части запроса для любого выражения. Например, `SELECT (1 AS n) + 2, n` .

Синонимы не передаются в подзапросы и между подзапросами. Например, при выполнении запроса `SELECT (SELECT sum(b.a) + num FROM b) - a.a AS num FROM a` ClickHouse сгенерирует исключение `Unknown identifier: num` .

Если синоним определен для результирующих столбцов в секции `SELECT` вложенного запроса, то эти столбцы отображаются во внешнем запросе. Например, `SELECT n + m FROM (SELECT 1 AS n, 2 AS m)` .

Будьте осторожны с синонимами, совпадающими с именами столбцов или таблиц. Рассмотрим следующий пример:

```
CREATE TABLE t
(
    a Int,
    b Int
)
ENGINE = TinyLog()
```

```
SELECT
    argMax(a, b),
    sum(b) AS b
FROM t
```

Received exception from server (version 18.14.17):  
Code: 184. DB::Exception: Received from localhost:9000, 127.0.0.1. DB::Exception: Aggregate function sum(b) is found inside another aggregate function in query.

В этом примере мы объявили таблицу `t` со столбцом `b` . Затем, при выборе данных, мы определили синоним `sum(b) AS b` . Поскольку синонимы глобальные, то ClickHouse заменил литерал `b` в выражении `argMax(a, b)` выражением `sum(b)` . Эта замена вызвала исключение.

## Звёздочка

В запросе `SELECT` , вместо выражения может стоять звёздочка. Подробнее смотрите раздел "SELECT".

## Выражения

Выражение представляет собой функцию, идентификатор, литерал, применение оператора, выражение в скобках, подзапрос, звёздочку. А также может содержать синоним. Список выражений - одно выражение или несколько выражений через запятую. Функции и операторы, в свою очередь, в качестве аргументов, могут иметь произвольные выражения.

## Синтаксис запросов SELECT

`SELECT` осуществляет выборку данных.

```
[WITH expr_list|(subquery)]
SELECT [DISTINCT] expr_list
[FROM [db.]table | (subquery) | table_function] [FINAL]
[SAMPLE sample_coeff]
[ARRAY JOIN ...]
[GLOBAL] [ANY|ALL] [INNER|LEFT|RIGHT|FULL|CROSS] [OUTER] JOIN (subquery)|table USING columns_list
[PREWHERE expr]
[WHERE expr]
[GROUP BY expr_list] [WITH TOTALS]
[HAVING expr]
[ORDER BY expr_list]
[LIMIT [n, ]m]
[UNION ALL ...]
[INTO OUTFILE filename]
[FORMAT format]
[LIMIT [offset_value, ]n BY columns]
```

Все секции, кроме списка выражений сразу после SELECT, являются необязательными. Ниже секции будут описаны в порядке, почти соответствующем конвейеру выполнения запроса.

Если в запросе отсутствуют секции DISTINCT , GROUP BY , ORDER BY , подзапросы в IN и JOIN , то запрос будет обработан полностью потоково, с использованием O(1) количества оперативки. Иначе запрос может съесть много оперативки, если не указаны подходящие ограничения max\_memory\_usage , max\_rows\_to\_group\_by , max\_rows\_to\_sort , max\_rows\_in\_distinct , max\_bytes\_in\_distinct , max\_rows\_in\_set , max\_bytes\_in\_set , max\_rows\_in\_join , max\_bytes\_in\_join , max\_bytes\_before\_external\_sort , max\_bytes\_before\_external\_group\_by . Подробнее смотрите в разделе "Настройки". Присутствует возможность использовать внешнюю сортировку (с сохранением временных данных на диск) и внешнюю агрегацию. Merge join в системе нет.

## Секция WITH

Данная секция представляет собой CTE , с рядом ограничений: 1. Рекурсивные запросы не поддерживаются 2. Если в качестве выражения используется подзапрос, то результат должен содержать ровно одну строку 3. Результаты выражений нельзя переиспользовать во вложенных запросах В дальнейшем, результаты выражений можно использовать в секции SELECT .

Пример 1: Использование константного выражения как "переменной"

```
WITH '2019-08-01 15:23:00' as ts_upper_bound
SELECT *
FROM hits
WHERE
    EventDate = toDate(ts_upper_bound) AND
    EventTime <= ts_upper_bound
```

Пример 2: Выкидывание выражения sum(bytes) из списка колонок в SELECT

```
WITH sum(bytes) as s
SELECT
    formatReadableSize(s),
    table
FROM system.parts
GROUP BY table
ORDER BY s
```

Пример 3: Использование результатов скалярного подзапроса

```

/* запрос покажет ТОР 10 самых больших таблиц */
WITH
(
    SELECT sum(bytes)
    FROM system.parts
    WHERE active
) AS total_disk_usage
SELECT
    (sum(bytes) / total_disk_usage) * 100 AS table_disk_usage,
    table
FROM system.parts
GROUP BY table
ORDER BY table_disk_usage DESC
LIMIT 10

```

Пример 4: Переиспользование выражения В настоящий момент, переиспользование выражения из секции WITH внутри подзапроса возможно только через дублирование.

```

WITH ['hello'] AS hello
SELECT
    hello,
    *
FROM
(
    WITH ['hello'] AS hello
    SELECT hello
)

```



## Секция FROM

Если секция FROM отсутствует, то данные будут читаться из таблицы `system.one`. Таблица `system.one` содержит ровно одну строку (то есть, эта таблица выполняет такую же роль, как таблица `DUAL`, которую можно найти в других СУБД).

Секция `FROM` определяет источник данных:

- Таблица
- Подзапрос
- [Табличная функция](#)

Также могут присутствовать `ARRAY JOIN` и обычный `JOIN` (смотрите ниже).

Вместо таблицы, может быть указан подзапрос `SELECT` в скобках. В отличие от стандартного SQL, после подзапроса не обязательно указывать его синоним.

Для выполнения запроса, из соответствующей таблицы, вынимаются все столбцы, перечисленные в запросе. Из подзапросов выкидываются столбцы, не нужные для внешнего запроса. Если в запросе не перечислено ни одного столбца (например, `SELECT count() FROM t`), то из таблицы всё равно вынимается один какой-нибудь столбец (предпочитается самый маленький), для того, чтобы можно было посчитать количество строк.

Модификатор `FINAL` может быть использован в запросе `SELECT` из таблиц семейства [MergeTree](#). При указании `FINAL`, данные будут выбираться полностью "домеженными". Стоит учитывать, что использование `FINAL` приводит к чтению также столбцов, относящихся к первичному ключу. Также, запрос будет выполняться в один поток, и при выполнении запроса будет выполняться слияние данных. Это приводит к тому, что при использовании `FINAL`, запрос выполняется медленнее. В большинстве случаев, следует избегать использования `FINAL`. Модификатор `FINAL` может быть использован для всех таблиц семейства `MergeTree`, которые производят

преобразования данных в процессе фоновых слияний (кроме GraphiteMergeTree).

## FINAL MODIFIER

Применим при выборке данных из таблиц с движками таблиц семейства [MergeTree](#), кроме GraphiteMergeTree . Если в запросе используется `FINAL` , то ClickHouse полностью мёржит данные перед выдачей результата, таким образом выполняя все преобразования данных, которые производятся движком таблиц при мёржах.

Также поддержан для движков:

- [Replicated](#)-версий [MergeTree](#) .
- [View](#), [Buffer](#), [Distributed](#), и [MaterializedView](#), которые работают поверх других движков, если они созданы для таблиц с движками семейства [MergeTree](#) .

Запросы, использующие `FINAL` исполняются медленнее аналогичных запросов без `FINAL` , поскольку:

- Запрос исполняется в один поток и данные мёржатся в процессе выполнения.
- Запросы с модификатором `FINAL` дополнительно к столбцам, указанным в запросе, читают столбцы первичного ключа.

По возможности не используйте модификатор `FINAL` .

## Секция SAMPLE

Секция `SAMPLE` позволяет выполнять запросы приближённо. Например, чтобы посчитать статистику по всем визитам, можно обработать 1/10 всех визитов и результат домножить на 10.

Сэмплирование имеет смысл, когда:

1. Точность результата не важна, например, для оценочных расчетов.
2. Возможности аппаратной части не позволяют соответствовать строгим критериям. Например, время ответа должно быть <100 мс. При этом точность расчета имеет более низкий приоритет.
3. Точность результата участвует в бизнес-модели сервиса. Например, пользователи с бесплатной подпиской на сервис могут получать отчеты с меньшей точностью, чем пользователи с премиум подпиской.

### Внимание

Не стоит использовать сэмплирование в тех задачах, где важна точность расчетов. Например, при работе с финансовыми отчетами.

Свойства сэмплирования:

- Сэмплирование работает детерминированно. При многократном выполнении одного и того же запроса `SELECT .. SAMPLE` , результат всегда будет одинаковым.
- Сэмплирование поддерживает консистентность для разных таблиц. Имеется в виду, что для таблиц с одним и тем же ключом сэмплирования, подмножество данных в выборках будет одинаковым (выборки при этом должны быть сформированы для одинаковой доли данных). Например, выборка по идентификаторам посетителей выберет из разных таблиц строки с одинаковым подмножеством всех возможных идентификаторов. Это свойство позволяет использовать выборки в подзапросах в секции [IN](#), а также объединять выборки с помощью [JOIN](#).
- Сэмплирование позволяет читать меньше данных с диска. Обратите внимание, для этого необходимо корректно указать ключ сэмплирования. Подробнее см. в разделе [Создание таблицы MergeTree](#).

Сэмплирование поддерживается только таблицами семейства [MergeTree](#) и только в том случае, если для таблиц был указан ключ сэмплирования (выражение, на основе которого должна производиться выборка). Подробнее см. в разделе [Создание таблиц MergeTree](#).

Выражение `SAMPLE` в запросе можно задать следующими способами:

Способ задания SAMPLE	Описание
<code>SAMPLE k</code>	Здесь <code>k</code> – это дробное число в интервале от 0 до 1. Запрос будет выполнен по <code>k</code> доле данных. Например, если указано <code>SAMPLE 1/10</code> , то запрос будет выполнен для выборки из 1/10 данных. <a href="#">Подробнее</a>
<code>SAMPLE n</code>	Здесь <code>n</code> – это достаточно большое целое число. Запрос будет выполнен для выборки, состоящей из не менее чем <code>n</code> строк. Например, если указано <code>SAMPLE 10000000</code> , то запрос будет выполнен для не менее чем 10,000,000 строк. <a href="#">Подробнее</a>
<code>SAMPLE k OFFSET m</code>	Здесь <code>k</code> и <code>m</code> – числа от 0 до 1. Запрос будет выполнен по <code>k</code> доле данных. При этом выборка будет сформирована со смещением на <code>m</code> долю. <a href="#">Подробнее</a>

## SAMPLE K

Здесь `k` – число в интервале от 0 до 1. Поддерживается как дробная, так и десятичная форма записи. Например, `SAMPLE 1/2` или `SAMPLE 0.5`.

Если задано выражение `SAMPLE k`, запрос будет выполнен для `k` доли данных. Рассмотрим пример:

```
SELECT
    Title,
    count() * 10 AS PageViews
FROM hits_distributed
SAMPLE 0.1
WHERE
    CounterID = 34
GROUP BY Title
ORDER BY PageViews DESC LIMIT 1000
```

В этом примере запрос выполняется по выборке из 0.1 (10%) данных. Значения агрегатных функций не корректируются автоматически, поэтому чтобы получить приближённый результат, значение `count()` нужно вручную умножить на 10.

Выборка с указанием относительного коэффициента является "согласованной": для таблиц с одним и тем же ключом сэмплирования, выборка с одинаковой относительной долей всегда будет составлять одно и то же подмножество данных. То есть выборка из разных таблиц, на разных серверах, в разное время, формируется одинаковым образом.

## SAMPLE N

Здесь `n` – это достаточно большое целое число. Например, `SAMPLE 10000000`.

Если задано выражение `SAMPLE n`, запрос будет выполнен для выборки из не менее `n` строк (но не значительно больше этого значения). Например, если задать `SAMPLE 10000000`, в выборку попадут не менее 10,000,000 строк.

### Примечание

Следует иметь в виду, что `n` должно быть достаточно большим числом. Так как минимальной единицей данных для чтения является одна гранула (её размер задаётся настройкой `index_granularity` для таблицы), имеет смысл создавать выборки, размер которых существенно превосходит размер гранулы.

При выполнении `SAMPLE n` коэффициент сэмплирования заранее неизвестен (то есть нет информации о том, относительно какого количества данных будет сформирована выборка). Чтобы узнать коэффициент сэмплирования, используйте столбец `_sample_factor`.

Виртуальный столбец `_sample_factor` автоматически создается в тех таблицах, для которых задано выражение `SAMPLE BY` (подробнее см. в разделе [Создание таблицы MergeTree](#)). В столбце содержится коэффициент сэмплирования для таблицы – он рассчитывается динамически по мере добавления данных в таблицу. Ниже приведены примеры использования столбца `_sample_factor`.

Предположим, у нас есть таблица, в которой ведется статистика посещений сайта. Пример ниже показывает, как рассчитать суммарное число просмотров:

```
SELECT sum(PageViews * _sample_factor)
FROM visits
SAMPLE 10000000
```

Следующий пример показывает, как посчитать общее число визитов:

```
SELECT sum(_sample_factor)
FROM visits
SAMPLE 10000000
```

В примере ниже рассчитывается среднее время на сайте. Обратите внимание, при расчете средних значений, умножать результат на коэффициент сэмплирования не нужно.

```
SELECT avg(Duration)
FROM visits
SAMPLE 10000000
```

#### SAMPLE k OFFSET m

Здесь `k` и `m` – числа в интервале от 0 до 1. Например, `SAMPLE 0.1 OFFSET 0.5`. Поддерживается как дробная, так и десятичная форма записи.

При задании `SAMPLE k OFFSET m`, выборка будет сформирована из `k` доли данных со смещением на долю `m`. Примеры приведены ниже.

#### Пример 1

```
SAMPLE 1/10
```

В этом примере выборка будет сформирована по 1/10 доле всех данных:

```
[+-----]
```

#### Пример 2

```
SAMPLE 1/10 OFFSET 1/2
```

Здесь выборка, которая состоит из 1/10 доли данных, взята из второй половины данных.

```
[-----+-----]
```

#### Секция ARRAY JOIN

Позволяет выполнить `JOIN` с массивом или вложенной структурой данных. Смысл похож на функцию `arrayJoin`, но функциональность более широкая.

```
SELECT <expr_list>
FROM <left_subquery>
[LEFT] ARRAY JOIN <array>
[WHERE|PREWHERE <expr>]
...
...
```

В запросе может быть указано не более одной секции `ARRAY JOIN`.

При использовании `ARRAY JOIN`, порядок выполнения запроса оптимизируется. Несмотря на то что секция `ARRAY JOIN` всегда указывается перед выражением `WHERE / PREWHERE`, преобразование `JOIN` может быть выполнено как до выполнения выражения `WHERE / PREWHERE` (если результат необходим в этом выражении), так и после (чтобы уменьшить объем расчетов). Порядок обработки контролируется оптимизатором запросов.

Секция `ARRAY JOIN` поддерживает следующие формы записи:

- `ARRAY JOIN` — в этом случае результат `JOIN` не будет содержать пустые массивы;
- `LEFT ARRAY JOIN` — пустые массивы попадут в результат выполнения `JOIN`. В качестве значения для пустых массивов устанавливается значение по умолчанию. Обычно это 0, пустая строка или `NULL`, в зависимости от типа элементов массива.

Рассмотрим примеры использования `ARRAY JOIN` и `LEFT ARRAY JOIN`. Для начала создадим таблицу, содержащую столбец с типом `Array`, и добавим в него значение:

```
CREATE TABLE arrays_test
(
    s String,
    arr Array(UInt8)
) ENGINE = Memory;

INSERT INTO arrays_test
VALUES ('Hello', [1,2]), ('World', [3,4,5]), ('Goodbye', []);
```

s	arr
Hello	[1,2]
World	[3,4,5]
Goodbye	[]

В примере ниже используется `ARRAY JOIN`:

```
SELECT s, arr
FROM arrays_test
ARRAY JOIN arr;
```

s	arr
Hello	1
Hello	2
World	3
World	4
World	5

Следующий пример использует `LEFT ARRAY JOIN`:

```
SELECT s, arr
FROM arrays_test
LEFT ARRAY JOIN arr;
```

s	arr
Hello	1
Hello	2
World	3
World	4
World	5
Goodbye	0

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛИАСОВ

Для массива в секции `ARRAY JOIN` может быть указан алиас. В этом случае, элемент массива будет доступен под этим алиасом, а сам массив — под исходным именем. Пример:

```
SELECT s, arr, a
FROM arrays_test
ARRAY JOIN arr AS a;
```

s	arr	a
Hello	[1,2]	1
Hello	[1,2]	2
World	[3,4,5]	3
World	[3,4,5]	4
World	[3,4,5]	5

Используя алиасы, можно выполнять `JOIN` с внешними массивами:

```
SELECT s, arr_external
FROM arrays_test
ARRAY JOIN [1, 2, 3] AS arr_external;
```

s	arr_external
Hello	1
Hello	2
Hello	3
World	1
World	2
World	3
Goodbye	1
Goodbye	2
Goodbye	3

В секции `ARRAY JOIN` можно указать через запятую сразу несколько массивов. В этом случае, `JOIN` делается с ними одновременно (прямая сумма, а не прямое произведение). Обратите внимание, массивы должны быть одинаковых размеров. Примеры:

```
SELECT s, arr, a, num, mapped
FROM arrays_test
ARRAY JOIN arr AS a, arrayEnumerate(arr) AS num, arrayMap(x -> x + 1, arr) AS mapped;
```

s	arr	a	num	mapped
Hello	[1,2]	1	1	2
Hello	[1,2]	2	2	3
World	[3,4,5]	3	1	4
World	[3,4,5]	4	2	5
World	[3,4,5]	5	3	6

В примере ниже используется функция `arrayEnumerate`:

```
SELECT s, arr, a, num, arrayEnumerate(arr)
FROM arrays_test
ARRAY JOIN arr AS a, arrayEnumerate(arr) AS num;
```

s	arr	a	num	arrayEnumerate(arr)
Hello	[1,2]	1	1	[1,2]
Hello	[1,2]	2	2	[1,2]
World	[3,4,5]	3	1	[1,2,3]
World	[3,4,5]	4	2	[1,2,3]
World	[3,4,5]	5	3	[1,2,3]

## ARRAY JOIN С ВЛОЖЕННЫМИ СТРУКТУРАМИ ДАННЫХ

ARRAY JOIN также работает с [вложенными структурами данных](#). Пример:

```
CREATE TABLE nested_test
(
    s String,
    nest Nested(
        x UInt8,
        y UInt32)
) ENGINE = Memory;

INSERT INTO nested_test
VALUES ('Hello', [1,2], [10,20]), ('World', [3,4,5], [30,40,50]), ('Goodbye', [], []);
```

s	nest.x	nest.y
Hello	[1,2]	[10,20]
World	[3,4,5]	[30,40,50]
Goodbye	[]	[]

```
SELECT s, `nest.x`, `nest.y`
FROM nested_test
ARRAY JOIN nest;
```

s	nest.x	nest.y
Hello	1	10
Hello	2	20
World	3	30
World	4	40
World	5	50

При указании имени вложенной структуры данных в ARRAY JOIN , смысл такой же, как ARRAY JOIN со всеми элементами-массивами, из которых она состоит. Пример:

```
SELECT s, `nest.x`, `nest.y`
FROM nested_test
ARRAY JOIN `nest.x`, `nest.y`;
```

s	nest.x	nest.y
Hello	1	10
Hello	2	20
World	3	30
World	4	40
World	5	50

Такой вариант тоже имеет смысл:

```
SELECT s, `nest.x`, `nest.y`
FROM nested_test
ARRAY JOIN `nest.x`;
```

s	nest.x	nest.y
Hello	1	[10,20]
Hello	2	[10,20]
World	3	[30,40,50]
World	4	[30,40,50]
World	5	[30,40,50]

Алиас для вложенной структуры данных можно использовать, чтобы выбрать как результат JOIN -а, так и исходный массив. Пример:

```
SELECT s, `n.x`, `n.y`, `nest.x`, `nest.y`
FROM nested_test
ARRAY JOIN nest AS n;
```

s	n.x	n.y	nest.x	nest.y
Hello	1	10	[1,2]	[10,20]
Hello	2	20	[1,2]	[10,20]
World	3	30	[3,4,5]	[30,40,50]
World	4	40	[3,4,5]	[30,40,50]
World	5	50	[3,4,5]	[30,40,50]

Пример использования функции [arrayEnumerate](#):

```
SELECT s, `n.x`, `n.y`, `nest.x`, `nest.y`, num
FROM nested_test
ARRAY JOIN nest AS n, arrayEnumerate(`nest.x`) AS num;
```

s	n.x	n.y	nest.x	nest.y	num
Hello	1	10	[1,2]	[10,20]	1
Hello	2	20	[1,2]	[10,20]	2
World	3	30	[3,4,5]	[30,40,50]	1
World	4	40	[3,4,5]	[30,40,50]	2
World	5	50	[3,4,5]	[30,40,50]	3

## Секция JOIN

Соединяет данные в привычном для [SQL JOIN](#) смысле.

### Примечание

Не связана с функциональностью [ARRAY JOIN](#).

```
SELECT <expr_list>
FROM <left_subquery>
[GLOBAL] [ANY|ALL] [INNER|LEFT|RIGHT|FULL|CROSS] [OUTER] JOIN <right_subquery>
(ON <expr_list>)|(USING <column_list>) ...
```

Вместо `<left_subquery>` и `<right_subquery>` можно указать имена таблиц. Это эквивалентно подзапросу `SELECT * FROM table`, за исключением особого случая таблицы с движком [Join](#) – массива, подготовленного для присоединения.

## ПОДДЕРЖИВАЕМЫЕ ТИПЫ JOIN

- INNER JOIN (or JOIN )
- LEFT JOIN (or LEFT OUTER JOIN )
- RIGHT JOIN (or RIGHT OUTER JOIN )

- FULL JOIN (or FULL OUTER JOIN )
- CROSS JOIN (or , )

Смотрите описание стандартного [SQL JOIN](#).

## МНОЖЕСТВЕННЫЙ JOIN

При выполнении запросов, ClickHouse перезаписывает множественный JOIN как комбинацию двух-табличных объединений и обрабатывает их последовательно. Например, если необходимо объединить четыре таблицы, ClickHouse объединяет первую и вторую таблицы, затем соединяет результат с третьей, а затем с четвертой.

Если запрос содержит секцию WHERE , ClickHouse пытается прородить фильтры из этой секции в промежуточный JOIN . Если он не может прородить фильтр в каждый промежуточный JOIN , ClickHouse применяет фильтры после того, как все JOIN будут выполнены.

Для создания запросов мы рекомендуем использовать синтаксис JOIN ON или JOIN USING . Например:

```
SELECT * FROM t1 JOIN t2 ON t1.a = t2.a JOIN t3 ON t1.a = t3.a
```

В секции FROM вы можете использовать разделенные запятыми списки таблиц для объединения. Этот синтаксис работает только при включённой настройке `allow_experimental_cross_to_join_conversion = 1`. Например:

```
SELECT * FROM t1, t2, t3 WHERE t1.a = t2.a AND t1.a = t3.a
```

Не смешивайте синтаксисы.

ClickHouse не поддерживает синтаксис с запятыми напрямую и мы не рекомендуем его использовать. Алгоритм пытается переписать запрос с помощью секций CROSS JOIN и INNER JOIN и затем продолжает его выполнение. При переписывании запроса, ClickHouse пытается оптимизировать производительность и потребление памяти. По умолчанию, ClickHouse трактует запятые как INNER JOIN и конвертирует их в CROSS JOIN когда не может гарантировать, что INNER JOIN возвращает запрошенные данные.

## СТРОГОСТЬ

- ALL — если правая таблица содержит несколько подходящих строк, то ClickHouse выполняет их [декартово произведение](#). Это стандартное поведение JOIN в SQL.
- ANY — если в правой таблице несколько соответствующих строк, то присоединяется только первая найденная. Если в правой таблице есть только одна подходящая строка, то результаты ANY и ALL совпадают.
- ASOF — для объединения последовательностей с нечётким совпадением. ASOF JOIN описан ниже по тексту.

## Использование ASOF JOIN

ASOF JOIN применим в том случае, когда необходимо объединять записи, которые не имеют точного совпадения.

Таблицы для ASOF JOIN должны иметь столбец с отсортированной последовательностью. Этот столбец не может быть единственным в таблице и должен быть одного из типов: UInt32 , UInt64 , Float32 , Float64 , Date и DateTime .

Можно использовать следующие типы синтаксиса:

- ASOF JOIN ... ON

sql

```
SELECT expressions_list
FROM table_1
ASOF LEFT JOIN table_2
ON equi_cond AND closest_match_cond
```

Можно использовать произвольное количество условий равенства и одно условие на ближайшее совпадение. Например, `SELECT count() FROM A ASOF LEFT JOIN B ON A.a == B.b AND B.t <= A.t`. Можно использовать только условия `table_2.some_col <= table_1.some_col` и `table_1.some_col >= table2.some_col`. Условия типа `>` или `!=` не поддерживаются.

- ASOF JOIN ... USING

sql

```
SELECT expressions_list
FROM table_1
ASOF JOIN table_2
USING (equi_column1, ... equi_columnN, asof_column)
```

Для слияния по равенству ASOF JOIN использует `equi_columnX`, а для слияния по ближайшему совпадению использует `asof_column` с условием `table_1.asof_column >= table2.asof_column`. Столбец `asof_column` должен быть последним в секции `USING`.

Например, рассмотрим следующие таблицы:

table_1			table_2		
event	ev_time	user_id	event	ev_time	user_id
event_1_1	12:00	42	event_2_1	11:59	42
...	...	...	event_2_2	12:30	42
event_1_2	13:00	42	event_2_3	13:00	42
...	...	...	...	...	...

ASOF JOIN принимает метку времени пользовательского события из `table_1` и находит такое событие в `table_2` метка времени которого наиболее близка (равна или меньше) к метке времени события из `table_1`. При этом столбец `user_id` используется для объединения по равенству, а столбец `ev_time` для объединения по ближайшему совпадению. В нашем примере `event_1_1` может быть объединено с `event_2_1`, `event_1_2` может быть объединено с `event_2_3`, а `event_2_2` не объединяется.

#### Примечание

ASOF JOIN не поддержан для движка таблиц [Join](#).

Чтобы задать значение строгости по умолчанию, используйте сессионный параметр [join\\_default\\_strictness](#).

#### GLOBAL JOIN

При использовании обычного `JOIN`, запрос отправляется на удалённые серверы. На каждом из них выполняются подзапросы для формирования "правой" таблицы, и с этой таблицей выполняется соединение. То есть, "правая" таблица формируется на каждом сервере отдельно.

При использовании `GLOBAL ... JOIN`, сначала сервер-инициатор запроса запускает подзапрос для вычисления правой таблицы. Эта временная таблица передаётся на каждый удалённый сервер, и на них выполняются запросы с использованием переданных временных данных.

Будьте аккуратны при использовании `GLOBAL`. За дополнительной информацией обращайтесь в раздел [Распределенные подзапросы](#).

#### Советы по использованию

Из подзапроса удаляются все столбцы, ненужные для `JOIN`.

При запуске `JOIN`, отсутствует оптимизация порядка выполнения по отношению к другим стадиям запроса. Соединение ( поиск в "правой" таблице) выполняется до фильтрации в `WHERE` и до агрегации. Чтобы явно задать порядок вычислений, рекомендуется выполнять `JOIN` подзапросом с подзапросом.

Пример:

```
SELECT
    CounterID,
    hits,
    visits
FROM
(
    SELECT
        CounterID,
        count() AS hits
    FROM test.hits
    GROUP BY CounterID
) ANY LEFT JOIN
(
    SELECT
        CounterID,
        sum(Sign) AS visits
    FROM test.visits
    GROUP BY CounterID
) USING CounterID
ORDER BY hits DESC
LIMIT 10
```

CounterID	hits	visits
1143050	523264	13665
731962	475698	102716
722545	337212	108187
722889	252197	10547
2237260	196036	9522
23057320	147211	7689
722818	90109	17847
48221	85379	4652
19762435	77807	7026
722884	77492	11056

У подзапросов нет возможности задать имена и нет возможности их использовать для того, чтобы сослаться на столбец из конкретного подзапроса. Требуется, чтобы столбцы, указанные в `USING`, назывались одинаково в обоих подзапросах, а остальные столбцы - по-разному. Изменить имена столбцов в подзапросах можно с помощью синонимов (в примере используются синонимы `hits` и `visits`).

В секции `USING` указывается один или несколько столбцов для соединения, что обозначает условие на равенство этих столбцов. Список столбцов задаётся без скобок. Более сложные условия соединения не поддерживаются.

"Правая" таблица (результат подзапроса) располагается в оперативной памяти. Если её не хватает, вы не сможете выполнить `JOIN`.

Каждый раз для выполнения запроса с одинаковым `JOIN`, подзапрос выполняется заново — результат не кэшируется. Это можно избежать, используя специальный движок таблиц `Join`, представляющий собой подготовленное множество для соединения, которое всегда находится в оперативке.

В некоторых случаях более эффективно использовать `IN` вместо `JOIN`. Среди разных типов `JOIN`, наиболее эффективен `ANY LEFT JOIN`, следующий по эффективности `ANY INNER JOIN`. Наименее эффективны `ALL LEFT JOIN` и `ALL INNER JOIN`.

Если `JOIN` необходим для соединения с таблицами измерений (*dimension tables* - сравнительно небольшие таблицы, которые содержат свойства измерений - например, имена для рекламных кампаний), то использование `JOIN` может быть не очень удобным из-за громоздкости синтаксиса, а также из-за того, что правая таблица читается заново при каждом запросе. Специально для таких случаев существует функциональность "Внешние словари", которую следует использовать вместо `JOIN`. Дополнительные сведениясмотрите в разделе [Внешние словари](#).

## Ограничения по памяти

ClickHouse использует алгоритм [hash join](#). ClickHouse принимает `<right_subquery>` и создает для него хэш-таблицу в RAM. Чтобы ограничить потребление памяти операцией `JOIN`, используйте следующие параметры:

- `max_rows_in_join` — ограничивает количество строк в хэш-таблице.
- `max_bytes_in_join` — ограничивает размер хэш-таблицы.

По достижении любого из этих ограничений, ClickHouse действует в соответствии с настройкой `join_overflow_mode`.

## ОБРАБОТКА ПУСТЫХ ЯЧЕЕК И NULL

При слиянии таблиц могут появляться пустые ячейки. То, каким образом ClickHouse заполняет эти ячейки, определяется настройкой `join_use_nulls`.

Если ключами `JOIN` выступают поля типа `Nullable`, то строки, где хотя бы один из ключей имеет значение `NULL`, не соединяются.

## ОГРАНИЧЕНИЯ СИНТАКСИСА

Для множественных секций `JOIN` в одном запросе `SELECT`:

- Получение всех столбцов через `*` возможно только при объединении таблиц, но не подзапросов.
- Секция `PREWHERE` недоступна.

Для секций `ON`, `WHERE` и `GROUP BY`:

- Нельзя использовать произвольные выражения в секциях `ON`, `WHERE`, и `GROUP BY`, однако можно определить выражение в секции `SELECT` и затем использовать его через алиас в других секциях.

## Секция WHERE

Позволяет задать выражение, которое ClickHouse использует для фильтрации данных перед всеми другими действиями в запросе кроме выражений, содержащихся в секции `PREWHERE`. Обычно, это выражение с логическими операторами.

Результат выражения должен иметь тип `UInt8`.

ClickHouse использует в выражении индексы, если это позволяет [движок таблицы](#).

Если в секции необходимо проверить `NULL`, то используйте операторы `IS NULL` и `IS NOT NULL`, а также соответствующие функции `isNull` и `isNotNull`. В противном случае выражение будет считаться всегда не выполненным.

Пример проверки на `NULL`:

```
SELECT * FROM t_null WHERE y IS NULL
```

x	y
1	NULL

## Секция PREWHERE

Имеет такой же смысл, как и секция `WHERE`. Отличие состоит в том, какие данные читаются из таблицы. При использовании `PREWHERE`, из таблицы сначала читаются только столбцы, необходимые для выполнения `PREWHERE`. Затем читаются остальные столбцы, нужные для выполнения запроса, но из них только те блоки, в которых выражение в `PREWHERE` истинное.

`PREWHERE` имеет смысл использовать, если есть условия фильтрации, которые использует меньшинство столбцов из тех, что есть в запросе, но достаточно сильно фильтрует данные. Таким образом, сокращается количество читаемых данных.

Например, полезно писать `PREWHERE` для запросов, которые вынимают много столбцов, но в которых фильтрация производится лишь по нескольким столбцам.

`PREWHERE` поддерживается только таблицами семейства `*MergeTree`.

В запросе могут быть одновременно указаны секции `PREWHERE` и `WHERE`. В этом случае, `PREWHERE` идёт перед `WHERE`.

Если настройка `optimize_move_to_prewwhere` выставлена в `1`, то при отсутствии `PREWHERE`, система будет автоматически переносить части выражений из `WHERE` в `PREWHERE` согласно некоторой эвристике.

## Секция GROUP BY

Это одна из наиболее важных частей СУБД.

Секция `GROUP BY`, если есть, должна содержать список выражений. Каждое выражение далее будем называть "ключом". При этом, все выражения в секциях `SELECT`, `HAVING`, `ORDER BY`, должны вычисляться из ключей или из агрегатных функций. То есть, каждый выбираемый из таблицы столбец, должен использоваться либо в ключах, либо внутри агрегатных функций.

Если запрос содержит столбцы таблицы только внутри агрегатных функций, то секция `GROUP BY` может не указываться, и подразумевается агрегация по пустому набору ключей.

Пример:

```
SELECT
    count(),
    median(FetchTiming > 60 ? 60 : FetchTiming),
    count() - sum(Refresh)
FROM hits
```

Но, в отличие от стандартного SQL, если в таблице нет строк (вообще нет или после фильтрации с помощью `WHERE`), в качестве результата возвращается пустой результат, а не результат из одной строки, содержащий "начальные" значения агрегатных функций.

В отличие от MySQL (и в соответствии со стандартом SQL), вы не можете получить какое-нибудь значение некоторого столбца, не входящего в ключ или агрегатную функцию (за исключением константных выражений). Для обхода этого вы можете воспользоваться агрегатной функцией `any` (получить первое попавшееся значение) или `min/max`.

Пример:

```
SELECT
    domainWithoutWWW(URL) AS domain,
    count(),
    any>Title) AS title -- getting the first occurred page header for each domain.
FROM hits
GROUP BY domain
```

`GROUP BY` вычисляет для каждого встретившегося различного значения ключей, набор значений агрегатных функций.

Не поддерживается `GROUP BY` по столбцам-массивам.

Не поддерживается указание констант в качестве аргументов агрегатных функций. Пример: `sum(1)`. Вместо этого, вы можете избавиться от констант. Пример: `count()`.

## ОБРАБОТКА NULL

При группировке, ClickHouse рассматривает **NULL** как значение, причём **NULL=NULL**.

Рассмотрим, что это значит на примере.

Пусть есть таблица:

x	y
1	2
2	NULL
3	2
3	3
3	NULL

В результате запроса `SELECT sum(x), y FROM t_null_big GROUP BY y` мы получим:

sum(x)	y
4	2
3	3
5	NULL

Видно, что `GROUP BY` для `Y = NULL` просуммировал `x`, как будто `NULL` — это значение.

Если в `GROUP BY` передать несколько ключей, то в результате мы получим все комбинации выборки, как если бы `NULL` был конкретным значением.

## МОДИФИКАТОР WITH TOTALS

Если указан модификатор `WITH TOTALS`, то будет посчитана ещё одна строчка, в которой в столбцах-ключах будут содержаться значения по умолчанию (нули, пустые строки), а в столбцах агрегатных функций - значения, посчитанные по всем строкам ("тотальные" значения).

Эта дополнительная строчка выводится в форматах `JSON*`, `TabSeparated*`, `Pretty*` отдельно от остальных строчек. В остальных форматах эта строчка не выводится.

В форматах `JSON*` строчка выводится отдельным полем `totals`. В форматах `TabSeparated*` строчка выводится после основного результата, и перед ней (после остальных данных) вставляется пустая строка. В форматах `Pretty*` строчка выводится отдельной табличкой после основного результата.

`WITH TOTALS` может выполняться по-разному при наличии `HAVING`. Поведение зависит от настройки `totals_mode`. По умолчанию `totals_mode = 'before_having'`. В этом случае `totals` считается по всем строчкам, включая непрощедших через `HAVING` и `max_rows_to_group_by`.

Остальные варианты учитывают в `totals` только строчки, прошедшие через `HAVING`, и имеют разное поведение при наличии настройки `max_rows_to_group_by` и `group_by_overflow_mode = 'any'`.

`after_having_exclusive` - не учитывать строчки, не прошедшие `max_rows_to_group_by`. То есть в `totals` попадёт меньше или столько же строчек, чем если бы `max_rows_to_group_by` не было.

`after_having_inclusive` - учитывать в `totals` все строчки, не прошедшие `max_rows_to_group_by`. То есть в `totals` попадёт больше или столько же строчек, чем если бы `max_rows_to_group_by` не было.

`after_having_auto` - считать долю строчек, прошедших через `HAVING`. Если она больше некоторого значения (по умолчанию - 50%), то включить все строчки, не прошедшие `max_rows_to_group_by` в `totals`, иначе - не включить.

`totals_auto_threshold` - по умолчанию 0.5. Коэффициент для работы `after_having_auto`.

Если `max_rows_to_group_by` и `group_by_overflow_mode = 'any'` не используются, то все варианты вида `after_having` не отличаются, и вы можете использовать любой из них, например, `after_having_auto`.

Вы можете использовать `WITH TOTALS` в подзапросах, включая подзапросы в секции `JOIN` (в этом случае соответствующие тотальные значения будут соединены).

## GROUP BY ВО ВНЕШНЕЙ ПАМЯТИ

Можно включить сброс временных данных на диск, чтобы ограничить потребление оперативной памяти при выполнении `GROUP BY`. Настройка `max_bytes_before_external_group_by` определяет пороговое значение потребления RAM, по достижении которого временные данные `GROUP BY` сбрасываются в файловую систему. Если равно 0 (по умолчанию) - значит выключено.

При использовании `max_bytes_before_external_group_by`, рекомендуем выставить `max_memory_usage` приблизительно в два раза больше. Это следует сделать, потому что агрегация выполняется в две стадии: чтение и формирование промежуточных данных (1) и слияние промежуточных данных (2). Сброс данных на файловую систему может производиться только на стадии 1. Если сброса временных данных не было, то на стадии 2 может потребляться до такого же объёма памяти, как на стадии 1.

Например, если `max_memory_usage` было выставлено в 10000000000, и вы хотите использовать внешнюю агрегацию, то имеет смысл выставить `max_bytes_before_external_group_by` в 10000000000, а `max_memory_usage` в 20000000000. При срабатывании внешней агрегации (если был хотя бы один сброс временных данных в файловую систему) максимальное потребление оперативки будет лишь чуть-чуть больше `max_bytes_before_external_group_by`.

При распределённой обработке запроса внешняя агрегация производится на удалённых серверах. Для того чтобы на сервере-инициаторе запроса использовалось немного оперативки, нужно выставить настройку `distributed_aggregation_memory_efficient` в 1.

При слиянии данных, сброшенных на диск, а также при слиянии результатов с удалённых серверов, при включенной настройке `distributed_aggregation_memory_efficient`, потребляется до `1/256 * the_number_of_threads` количество потоков от общего объёма оперативки.

При включенной внешней агрегации, если данных было меньше `max_bytes_before_external_group_by` (то есть сброса данных не было), то запрос работает так же быстро, как без внешней агрегации. Если же какие-то временные данные были сброшены, то время выполнения будет в несколько раз больше (примерно в три раза).

Если есть `ORDER BY` с `LIMIT` после `GROUP BY`, то объём потребляемой RAM будет зависеть от объёма данных в `LIMIT`, а не во всей таблице. Однако, если `ORDER BY` используется без `LIMIT`, не забудьте включить внешнюю сортировку (`max_bytes_before_external_sort`).

## Секция LIMIT BY

Запрос с секцией `LIMIT n BY expressions` выбирает первые `n` строк для каждого отличного значения `expressions`. Ключ `LIMIT BY` может содержать любое количество выражений.

ClickHouse поддерживает следующий синтаксис:

- `LIMIT [offset_value, ]n BY expressions`
- `LIMIT n OFFSET offset_value BY expressions`

Во время обработки запроса, ClickHouse выбирает данные, упорядоченные по ключу сортировки. Ключ сортировки задаётся явно в секции `ORDER BY` или неявно в свойствах движка таблицы. Затем ClickHouse применяет `LIMIT n BY expressions` и возвращает первые `n` для каждой отличной комбинации `expressions`. Если указан `OFFSET`, то для каждого блока данных, который принадлежит отдельной комбинации `expressions`, ClickHouse отступает `offset_value` строк от начала блока и возвращает не более `n`. Если `offset_value` больше, чем количество строк в блоке данных, ClickHouse не возвращает ни одной строки.

`LIMIT BY` не связана с секцией `LIMIT`. Их можно использовать в одном запросе.

## Примеры

Образец таблицы:

```
CREATE TABLE limit_by(id Int, val Int) ENGINE = Memory;
INSERT INTO limit_by values(1, 10), (1, 11), (1, 12), (2, 20), (2, 21);
```

Запросы:

```
SELECT * FROM limit_by ORDER BY id, val LIMIT 2 BY id
```

id	val
1	10
1	11
2	20
2	21

```
SELECT * FROM limit_by ORDER BY id, val LIMIT 1, 2 BY id
```

id	val
1	11
1	12
2	21

Запрос `SELECT * FROM limit_by ORDER BY id, val LIMIT 2 OFFSET 1 BY id` возвращает такой же результат.

Следующий запрос выбирает топ 5 рефереров для каждой пары `domain, device_type`, но не более 100 строк ( `LIMIT n BY + LIMIT` ).

```
SELECT
    domainWithoutWWW(URL) AS domain,
    domainWithoutWWW(REFERRER_URL) AS referrer,
    device_type,
    count() cnt
FROM hits
GROUP BY domain, referrer, device_type
ORDER BY cnt DESC
LIMIT 5 BY domain, device_type
LIMIT 100
```

Запрос выберет топ 5 рефереров для каждой пары `domain, device_type`, но не более 100 строк ( `LIMIT n BY + LIMIT` ).

`LIMIT n BY` работает с `NULL` как если бы это было конкретное значение. Т.е. в результате запроса пользователь получит все комбинации полей, указанных в `BY`.

## Секция HAVING

Позволяет отфильтровать результат, полученный после GROUP BY, аналогично секции WHERE. WHERE и HAVING отличаются тем, что WHERE выполняется до агрегации (GROUP BY), а HAVING - после. Если агрегации не производится, то HAVING использовать нельзя.

## Секция ORDER BY

Секция ORDER BY содержит список выражений, к каждому из которых также может быть приписано DESC или ASC (направление сортировки). Если ничего не приписано - это аналогично приписыванию ASC. ASC - сортировка по возрастанию, DESC - сортировка по убыванию. Обозначение направления сортировки действует на одно

выражение, а не на весь список. Пример: ORDER BY Visits DESC, SearchPhrase

Для сортировки по значениям типа String есть возможность указать collation (сравнение). Пример: ORDER BY SearchPhrase COLLATE 'tr' - для сортировки по поисковой фразе, по возрастанию, с учётом турецкого алфавита, регистронезависимо, при допущении, что строки в кодировке UTF-8. COLLATE может быть указан или не указан для каждого выражения в ORDER BY независимо. Если есть ASC или DESC, то COLLATE указывается после них. При использовании COLLATE сортировка всегда регистронезависима.

Рекомендуется использовать COLLATE только для окончательной сортировки небольшого количества строк, так как производительность сортировки с указанием COLLATE меньше, чем обычной сортировки по байтам.

Строки, для которых список выражений, по которым производится сортировка, принимает одинаковые значения, выводятся в произвольном порядке, который может быть также недетерминированным (каждый раз разным). Если секция ORDER BY отсутствует, то, аналогично, порядок, в котором идут строки, не определён, и может быть недетерминированным.

Порядок сортировки NaN и NULL :

- С модификатором NULLS FIRST — Сначала NULL , затем NaN , затем остальные значения.
- С модификатором NULLS LAST — Сначала значения, затем NaN , затем NULL .
- По умолчанию — Как с модификатором NULLS LAST .

Пример:

Для таблицы

	x	y
1	NULL	
2	2	
1	nan	
2	2	
3	4	
5	6	
6	nan	
7	NULL	
6	7	
8	9	

Выполним запрос SELECT \* FROM t\_null\_nan ORDER BY y NULLS FIRST , получим:

	x	y
1	NULL	
7	NULL	
1	nan	
6	nan	
2	2	
2	2	
3	4	
5	6	
6	7	
8	9	

Если кроме ORDER BY указан также не слишком большой LIMIT, то расходуется меньше оперативки. Иначе расходуется количество памяти, пропорциональное количеству данных для сортировки. При распределённой обработке запроса, если отсутствует GROUP BY, сортировка частично делается на удалённых серверах, а на сервере-инициаторе запроса производится слияние результатов. Таким образом, при распределённой сортировке, может сортироваться объём данных, превышающий размер памяти на одном сервере.

Существует возможность выполнять сортировку во внешней памяти (с созданием временных файлов на диске),

если оперативной памяти не хватает. Для этого предназначена настройка `max_bytes_before_external_sort`. Если она выставлена в 0 (по умолчанию), то внешняя сортировка выключена. Если она включена, то при достижении объёмом данных для сортировки указанного количества байт, накопленные данные будут отсортированы и сброшены во временный файл. После того, как все данные будут прочитаны, будет произведено слияние всех сортированных файлов и выдача результата. Файлы записываются в директорию `/var/lib/clickhouse/tmp/` (по умолчанию, может быть изменено с помощью параметра `tmp_path`) в конфиге.

На выполнение запроса может расходоваться больше памяти, чем `max_bytes_before_external_sort`. Поэтому, значение этой настройки должно быть существенно меньше, чем `max_memory_usage`. Для примера, если на вашем сервере 128 GB оперативки, и вам нужно выполнить один запрос, то выставите `max_memory_usage` в 100 GB, а `max_bytes_before_external_sort` в 80 GB.

Внешняя сортировка работает существенно менее эффективно, чем сортировка в оперативке.

## Секция SELECT

Выражения указанные в секции `SELECT` анализируются после завершения всех вычислений из секций, описанных выше. Вернее, анализируются выражения, стоящие над агрегатными функциями, если есть агрегатные функции. Сами агрегатные функции и то, что под ними, вычисляются при агрегации (`GROUP BY`). Эти выражения работают так, как будто применяются к отдельным строкам результата.

Если в результат необходимо включить все столбцы, используйте символ звёздочки (`*`). Например, `SELECT * FROM ...`.

Чтобы включить в результат несколько столбцов, выбрав их имена с помощью регулярных выражений [re2](#), используйте выражение `COLUMNS`.

```
COLUMNS('regexp')
```

Например, рассмотрим таблицу:

```
CREATE TABLE default.col_names (aa Int8, ab Int8, bc Int8) ENGINE = TinyLog
```

Следующий запрос выбирает данные из всех столбцов, содержащих в имени символ `a`.

```
SELECT COLUMNS('a') FROM col_names
```

aa	ab
1	1

Выбранные столбцы возвращаются не в алфавитном порядке.

В запросе можно использовать несколько выражений `COLUMNS`, а также вызывать над ними функции.

Например:

```
SELECT COLUMNS('a'), COLUMNS('c'), toTypeName(COLUMNS('c')) FROM col_names
```

aa	ab	bc	toTypeName(bc)
1	1	1	Int8

Каждый столбец, возвращённый выражением `COLUMNS`, передаётся в функцию отдельным аргументом. Также можно передавать и другие аргументы, если функция их поддерживает. Аккуратно используйте функции. Если функция не поддерживает переданное количество аргументов, то ClickHouse генерирует исключение.

Например:

```
SELECT COLUMNS('a') + COLUMNS('c') FROM col_names
```

Received exception from server (version 19.14.1):

Code: 42. DB::Exception: Received from localhost:9000. DB::Exception: Number of arguments for function plus doesn't match: passed 3, should be 2.

В этом примере, `COLUMNS('a')` возвращает два столбца: `aa` и `ab`. `COLUMNS('c')` возвращает столбец `bc`. Оператор `+` не работает с тремя аргументами, поэтому ClickHouse генерирует исключение с соответствующим сообщением.

Столбцы, которые возвращаются выражением `COLUMNS` могут быть разных типов. Если `COLUMNS` не возвращает ни одного столбца и это единственное выражение в запросе `SELECT`, то ClickHouse генерирует исключение.

## Секция DISTINCT

Если указано `DISTINCT`, то из всех множеств полностью совпадающих строк результата, будет оставляться только одна строка. Результат выполнения будет таким же, как если указано `GROUP BY` по всем указанным полям в `SELECT` и не указаны агрегатные функции. Но имеется несколько отличий от `GROUP BY`:

- `DISTINCT` может применяться совместно с `GROUP BY`;
- при отсутствии `ORDER BY` и наличии `LIMIT`, запрос прекратит выполнение сразу после того, как будет прочитано необходимое количество различных строк - в этом случае использование `DISTINCT` существенно более оптимально;
- блоки данных будут выдаваться по мере их обработки, не дожидаясь выполнения всего запроса.

`DISTINCT` не поддерживается, если в `SELECT` присутствует хотя бы один столбец типа массив.

`DISTINCT` работает с `NULL` как если бы `NULL` был конкретным значением, причём `NULL=NULL`. Т.е. в результате `DISTINCT` разные комбинации с `NULL` встречаются только по одному разу.

ClickHouse поддерживает использование в одном запросе секций `DISTINCT` и `ORDER BY` для разных столбцов. Секция `DISTINCT` исполняется перед секцией `ORDER BY`.

Таблица для примера:

a	b
2	1
1	2
3	3
2	4

При выборке данных запросом `SELECT DISTINCT a FROM t1 ORDER BY b ASC`, мы получаем следующий результат:

a
2
1
3

Если изменить направление сортировки `SELECT DISTINCT a FROM t1 ORDER BY b DESC`, то результат получается следующий:

a
3
1
2

Строка 2, 4 была удалена перед сортировкой.

Учитывайте эту особенность реализации при программировании запросов.

## Секция LIMIT

LIMIT `m` позволяет выбрать из результата первые `m` строк.

LIMIT `n, m` позволяет выбрать из результата первые `m` строк после пропуска первых `n` строк. Синтаксис LIMIT `m` OFFSET `n` также поддерживается.

`n` и `m` должны быть неотрицательными целыми числами.

При отсутствии секции ORDER BY, однозначно сортирующей результат, результат может быть произвольным и может являться недетерминированным.

## Секция UNION ALL

Произвольное количество запросов может быть объединено с помощью UNION ALL. Пример:

```
SELECT CounterID, 1 AS table, tolnt64(count()) AS c
  FROM test.hits
 GROUP BY CounterID
```

UNION ALL

```
SELECT CounterID, 2 AS table, sum(Sign) AS c
  FROM test.visits
 GROUP BY CounterID
 HAVING c > 0
```

Поддерживается только UNION ALL. Обычный UNION (UNION DISTINCT) не поддерживается. Если вам нужен UNION DISTINCT, то вы можете написать SELECT DISTINCT из подзапроса, содержащего UNION ALL.

Запросы - части UNION ALL могут выполняться параллельно, и их результаты могут возвращаться в перемешку.

Структура результатов (количество и типы столбцов) у запросов должна совпадать. Но имена столбцов могут отличаться. В этом случае, имена столбцов для общего результата будут взяты из первого запроса. При объединении выполняется приведение типов. Например, если в двух объединяемых запросах одно и тоже поле имеет типы не- Nullable и Nullable от совместимого типа, то в результате UNION ALL получим поле типа Nullable.

Запросы - части UNION ALL нельзя заключить в скобки. ORDER BY и LIMIT применяются к отдельным запросам, а не к общему результату. Если вам нужно применить какое-либо преобразование к общему результату, то вы можете разместить все запросы с UNION ALL в подзапросе в секции FROM.

## Секция INTO OUTFILE

При указании INTO OUTFILE `filename` (где `filename` - строковый литерал), результат запроса будет сохранён в файл `filename`. В отличие от MySQL, файл создаётся на стороне клиента. Если файл с таким именем уже существует, это приведёт к ошибке. Функциональность доступна в клиенте командной строки и clickhouse-local (попытка выполнить запрос с INTO OUTFILE через HTTP интерфейс приведёт к ошибке).

Формат вывода по умолчанию - TabSeparated, как и в не интерактивном режиме клиента командной строки.

## Секция FORMAT

При указании FORMAT `format` вы можете получить данные в любом указанном формате. Это может использоваться для удобства или для создания дампов. Подробнее смотрите раздел "Форматы". Если секция FORMAT отсутствует, то используется формат по умолчанию, который зависит от используемого интерфейса для доступа к БД и от настроек. Для HTTP интерфейса, а также для клиента командной строки, используемого в batch-режиме, по умолчанию используется формат TabSeparated. Для клиента командной строки, используемого в

интерактивном режиме, по умолчанию используется формат PrettyCompact (прикольные таблички, компактные).

При использовании клиента командной строки данные на клиент передаются во внутреннем эффективном формате. При этом клиент самостоятельно интерпретирует секцию FORMAT запроса и форматирует данные на своей стороне (снимая нагрузку на сеть и сервер).

## Операторы IN

Операторы IN , NOT IN , GLOBAL IN , GLOBAL NOT IN рассматриваются отдельно, так как их функциональность достаточно богатая.

В качестве левой части оператора, может присутствовать как один столбец, так и кортеж.

Примеры:

```
SELECT UserID IN (123, 456) FROM ...
SELECT (CounterID, UserID) IN ((34, 123), (101500, 456)) FROM ...
```

Если слева стоит один столбец, входящий в индекс, а справа - множество констант, то при выполнении запроса, система воспользуется индексом.

Не перечисляйте слишком большое количество значений (миллионы) явно. Если множество большое - лучше загрузить его во временную таблицу (например,смотрите раздел "Внешние данные для обработки запроса"), и затем воспользоваться подзапросом.

В качестве правой части оператора может быть множество константных выражений, множество кортежей с константными выражениями (показано в примерах выше), а также имя таблицы или подзапрос SELECT в скобках.

Если в качестве правой части оператора указано имя таблицы (например, UserID IN users ), то это эквивалентно подзапросу UserID IN (SELECT \* FROM users) . Это используется при работе с внешними данными, отправляемым вместе с запросом. Например, вместе с запросом может быть отправлено множество идентификаторов посетителей, загруженное во временную таблицу users, по которому следует выполнить фильтрацию.

Если в качестве правой части оператора, указано имя таблицы, имеющий движок Set (подготовленное множество, постоянно находящееся в оперативке), то множество не будет создаваться заново при каждом запросе.

В подзапросе может быть указано более одного столбца для фильтрации кортежей. Пример:

```
SELECT (CounterID, UserID) IN (SELECT CounterID, UserID FROM ...) FROM ...
```

Типы столбцов слева и справа оператора IN, должны совпадать.

Оператор IN и подзапрос могут встречаться в любой части запроса, в том числе в агрегатных и лямбда функциях. Пример:

```
SELECT
    EventDate,
    avg(UserID IN (
        (
            SELECT UserID
            FROM test.hits
            WHERE EventDate = toDate('2014-03-17')
        )) AS ratio
    ) AS ratio
    FROM test.hits
    GROUP BY EventDate
    ORDER BY EventDate ASC
```

EventDate	ratio
2014-03-17	1
2014-03-18	0.807696
2014-03-19	0.755406
2014-03-20	0.723218
2014-03-21	0.697021
2014-03-22	0.647851
2014-03-23	0.648416

за каждый день после 17 марта считаем долю хитов, сделанных посетителями, которые заходили на сайт 17 марта. Подзапрос в секции IN на одном сервере всегда выполняется только один раз. Зависимых подзапросов не существует.

## ОБРАБОТКА NULL

При обработке запроса оператор IN будет считать, что результат операции с `NULL` всегда равен 0 , независимо от того, находится `NULL` в правой или левой части оператора. Значения `NULL` не входят ни в какое множество, не соответствуют друг другу и не могут сравниваться.

Рассмотрим для примера таблицу `t_null` :

x	y
1	NULL
2	3

При выполнении запроса `SELECT x FROM t_null WHERE y IN (NULL,3)` получим следующий результат:

x
2

Видно, что строка, в которой `y = NULL` , выброшена из результатов запроса. Это произошло потому, что ClickHouse не может решить `входит ли NULL в множество (NULL,3)` , возвращает результат операции 0 , а `SELECT` выбрасывает эту строку из финальной выдачи.

```
SELECT y IN (NULL, 3)
FROM t_null
```

-in(y, tuple(NULL, 3))-
0
1

## РАСПРЕДЕЛЁННЫЕ ПОДЗАПРОСЫ

Существует два варианта IN-ов с подзапросами (аналогично для JOIN-ов): обычный IN / JOIN и GLOBAL IN / GLOBAL JOIN . Они отличаются способом выполнения при распределённой обработке запроса.

### ⚠ Attention

Помните, что алгоритмы, описанные ниже, могут работать иначе в зависимости от [настройки distributed\\_product\\_mode](#) .

При использовании обычного IN-а, запрос отправляется на удалённые серверы, и на каждом из них выполняются подзапросы в секциях IN / JOIN .

При использовании GLOBAL IN / GLOBAL JOIN-а , сначала выполняются все подзапросы для GLOBAL IN / GLOBAL JOIN-ов , и результаты складываются во временные таблицы. Затем эти временные таблицы передаются на

каждый удалённый сервер, и на них выполняются запросы, с использованием этих переданных временных данных.

Если запрос не распределённый, используйте обычный IN / JOIN .

Следует быть внимательным при использовании подзапросов в секции IN / JOIN в случае распределённой обработки запроса.

Рассмотрим это на примерах. Пусть на каждом сервере кластера есть обычная таблица local\_table. Пусть также есть таблица distributed\_table типа Distributed, которая смотрит на все серверы кластера.

При запросе к распределённой таблице distributed\_table, запрос будет отправлен на все удалённые серверы, и на них будет выполнен с использованием таблицы local\_table.

Например, запрос

```
SELECT uniq(UserID) FROM distributed_table
```

будет отправлен на все удалённые серверы в виде

```
SELECT uniq(UserID) FROM local_table
```

, выполнен параллельно на каждом из них до стадии, позволяющей объединить промежуточные результаты; затем промежуточные результаты вернутся на сервер-инициатор запроса, будут на нём объединены, и финальный результат будет отправлен клиенту.

Теперь рассмотрим запрос с IN-ом:

```
SELECT uniq(UserID) FROM distributed_table WHERE CounterID = 101500 AND UserID IN (SELECT UserID FROM local_table WHERE CounterID = 34)
```

- расчёт пересечения аудиторий двух сайтов.

Этот запрос будет отправлен на все удалённые серверы в виде

```
SELECT uniq(UserID) FROM local_table WHERE CounterID = 101500 AND UserID IN (SELECT UserID FROM local_table WHERE CounterID = 34)
```

То есть, множество в секции IN будет собрано на каждом сервере независимо, только по тем данным, которые есть локально на каждом из серверов.

Это будет работать правильно и оптимально, если вы предусмотрели такой случай, и раскладываете данные по серверам кластера таким образом, чтобы данные одного UserID-а лежали только на одном сервере. В таком случае все необходимые данные будут присутствовать на каждом сервере локально. В противном случае результат будет посчитан неточно. Назовём этот вариант запроса "локальный IN".

Чтобы исправить работу запроса, когда данные размазаны по серверам кластера произвольным образом, можно было бы указать distributed\_table внутри подзапроса. Запрос будет выглядеть так:

```
SELECT uniq(UserID) FROM distributed_table WHERE CounterID = 101500 AND UserID IN (SELECT UserID FROM distributed_table WHERE CounterID = 34)
```

Этот запрос будет отправлен на все удалённые серверы в виде

```
SELECT uniq(UserID) FROM local_table WHERE CounterID = 101500 AND UserID IN (SELECT UserID FROM distributed_table WHERE CounterID = 34)
```

На каждом удалённом сервере начнёт выполняться подзапрос. Так как в подзапросе используется

распределённая таблица, то подзапрос будет, на каждом удалённом сервере, снова отправлен на каждый удалённый сервер, в виде

```
SELECT UserID FROM local_table WHERE CounterID = 34
```

Например, если у вас кластер из 100 серверов, то выполнение всего запроса потребует 10 000 элементарных запросов, что, как правило, является неприемлемым.

В таких случаях всегда следует использовать GLOBAL IN вместо IN. Рассмотрим его работу для запроса

```
SELECT uniq(UserID) FROM distributed_table WHERE CounterID = 101500 AND UserID GLOBAL IN (SELECT UserID FROM distributed_table WHERE CounterID = 34)
```

На сервере-инициаторе запроса будет выполнен подзапрос

```
SELECT UserID FROM distributed_table WHERE CounterID = 34
```

, и результат будет сложен во временную таблицу в оперативке. Затем запрос будет отправлен на каждый удалённый сервер в виде

```
SELECT uniq(UserID) FROM local_table WHERE CounterID = 101500 AND UserID GLOBAL IN _data1
```

, и вместе с запросом, на каждый удалённый сервер будет отправлена временная таблица `_data1` (имя временной таблицы - implementation defined).

Это гораздо более оптимально, чем при использовании обычного IN. Но при этом, следует помнить о нескольких вещах:

1. При создании временной таблицы данные не уникализируются. Чтобы уменьшить объём передаваемых по сети данных, укажите в подзапросе DISTINCT (для обычного IN-а этого делать не нужно).
2. Временная таблица будет передана на все удалённые серверы. Передача не учитывает топологию сети.  
Например, если 10 удалённых серверов расположены в удалённом относительно сервера-инициатора запроса дата-центре, то по каналу в удалённый дата-центр данные будут переданы 10 раз. Страйтесь не использовать большие множества при использовании GLOBAL IN.
3. При передаче данных на удалённые серверы не настраивается ограничение использования сетевой полосы.  
Вы можете перегрузить сеть.
4. Страйтесь распределять данные по серверам так, чтобы в GLOBAL IN-ах не было частой необходимости.
5. Если в GLOBAL IN есть частая необходимость, то спланируйте размещение кластера ClickHouse таким образом, чтобы в каждом дата-центре была хотя бы одна реплика каждого шарда, и среди них была быстрая сеть - чтобы запрос целиком можно было бы выполнить, передавая данные в пределах одного дата-центра.

В секции GLOBAL IN также имеет смысл указывать локальную таблицу - в случае, если эта локальная таблица есть только на сервере-инициаторе запроса, и вы хотите воспользоваться данными из неё на удалённых серверах.

## Экстремальные значения

Вы можете получить в дополнение к результату также минимальные и максимальные значения по столбцам результата. Для этого выставьте настройку extremes в 1. Минимумы и максимумы считаются для числовых типов, дат, дат-с-временем. Для остальных столбцов будут выведены значения по умолчанию.

Вычисляются дополнительные две строчки - минимумы и максимумы, соответственно. Эти две дополнительные строки выводятся в форматах JSON\*, TabSeparated\*, и Pretty\* отдельно от остальных строчек. В остальных форматах они не выводятся.

Во форматах JSON\*, экстремальные значения выводятся отдельным полем 'extremes'. В форматах TabSeparated\*,

строка выводится после основного результата и после 'totals' если есть. Перед ней (после остальных данных) вставляется пустая строка. В форматах Pretty\*, строка выводится отдельной таблицей после основного результата и после totals если есть.

Экстремальные значения вычисляются для строк перед LIMIT , но после LIMIT BY . Однако при использовании LIMIT offset, size , строки перед offset включаются в extremes . В потоковых запросах, в результате может учитываться также небольшое количество строчек, прошедших LIMIT .

## Замечания

В секциях GROUP BY , ORDER BY , в отличие от диалекта MySQL, и в соответствии со стандартным SQL, не поддерживаются позиционные аргументы. Например, если вы напишите GROUP BY 1, 2 - то это будет воспринято, как группировка по константам (то есть, агрегация всех строк в одну).

Вы можете использовать синонимы (алиасы AS ) в любом месте запроса.

В любом месте запроса, вместо выражения, может стоять звёздочка. При анализе запроса звёздочка раскрывается в список всех столбцов таблицы (за исключением MATERIALIZED и ALIAS столбцов). Есть лишь немногих случаев, когда оправдано использовать звёздочку:

- при создании дампа таблицы;
- для таблиц, содержащих всего несколько столбцов - например, системных таблиц;
- для получения информации о том, какие столбцы есть в таблице; в этом случае, укажите LIMIT 1 . Но лучше используйте запрос DESC TABLE ;
- при наличии сильной фильтрации по небольшому количеству столбцов с помощью PREWHERE ;
- в подзапросах (так как из подзапросов выкидываются столбцы, не нужные для внешнего запроса).

В других случаях использование звёздочки является издевательством над системой, так как вместо преимуществ столбцовой СУБД вы получаете недостатки. То есть использовать звёздочку не рекомендуется.

## INSERT

Добавление данных.

Базовый формат запроса:

```
INSERT INTO [db.]table [(c1, c2, c3)] VALUES (v11, v12, v13), (v21, v22, v23), ...
```

В запросе можно указать список столбцов для вставки [(c1, c2, c3)] . В этом случае, в остальные столбцы записываются:

- Значения, вычисляемые из DEFAULT выражений, указанных в определении таблицы.
- Нули и пустые строки, если DEFAULT не определены.

Если strict\_insert\_defaults=1 , то столбцы, для которых не определены DEFAULT , необходимо перечислить в запросе.

В INSERT можно передавать данные любого [формата](#), который поддерживает ClickHouse. Для этого формат необходимо указать в запросе в явном виде:

```
INSERT INTO [db.]table [(c1, c2, c3)] FORMAT format_name data_set
```

Например, следующий формат запроса идентичен базовому варианту INSERT ... VALUES:

```
INSERT INTO [db.]table [(c1, c2, c3)] FORMAT Values (v11, v12, v13), (v21, v22, v23), ...
```

ClickHouse отсекает все пробелы и один перенос строки (если он есть) перед данными. Рекомендуем при формировании запроса переносить данные на новую строку после операторов запроса (это важно, если данные начинаются с пробелов).

Пример:

```
INSERT INTO t FORMAT TabSeparated
11 Hello, world!
22 Qwerty
```

С помощью консольного клиента или HTTP интерфейса можно вставлять данные отдельно от запроса. Как это сделать, читайте в разделе "[Интерфейсы](#)".

## Ограничения (constraints)

Если в таблице объявлены [ограничения](#), то их выполнимость будет проверена для каждой вставляемой строки. Если для хотя бы одной строки ограничения не будут выполнены, запрос будет остановлен.

## Вставка результатов SELECT

```
INSERT INTO [db.]table [(c1, c2, c3)] SELECT ...
```

Соответствие столбцов определяется их позицией в секции SELECT. При этом, их имена в выражении SELECT и в таблице для INSERT, могут отличаться. При необходимости выполняется приведение типов данных, эквивалентное соответствующему оператору CAST.

Все форматы данных кроме Values не позволяют использовать в качестве значений выражения, такие как now() , 1 + 2 и подобные. Формат Values позволяет ограниченно использовать выражения, но это не рекомендуется, так как в этом случае для их выполнения используется неэффективный вариант кода.

Не поддерживаются другие запросы на модификацию части данных: UPDATE , DELETE , REPLACE , MERGE , UPSERT , INSERT UPDATE . Вы можете удалять старые данные с помощью запроса ALTER TABLE ... DROP PARTITION .

Для табличной функции [input\(\)](#) после секции SELECT должна следовать секция FORMAT .

## Замечания о производительности

INSERT сортирует входящие данные по первичному ключу и разбивает их на партиции по ключу парitionирования. Если вы вставляете данные в несколько партиций одновременно, то это может значительно снизить производительность запроса INSERT . Чтобы избежать этого:

- Добавляйте данные достаточно большими пачками. Например, по 100 000 строк.
- Группируйте данные по ключу парitionирования самостоятельно перед загрузкой в ClickHouse.

Снижения производительности не будет, если:

- Данные поступают в режиме реального времени.
- Вы загружаете данные, которые как правило отсортированы по времени.

## CREATE DATABASE

Создает базу данных.

```
CREATE DATABASE [IF NOT EXISTS] db_name [ON CLUSTER cluster] [ENGINE = engine(...)]
```

## Секции

- `IF NOT EXISTS`

Если база данных с именем `db_name` уже существует, то ClickHouse не создаёт базу данных и: - Не генерирует исключение, если секция указана. - Генерирует исключение, если секция не указана.

- `ON CLUSTER`

ClickHouse создаёт базу данных `db_name` на всех серверах указанного кластера.

- `ENGINE`

- [MySQL](#)

Позволяет получать данные с удаленного сервера MySQL.

По умолчанию ClickHouse использует собственный [движок баз данных](#).

## CREATE TABLE

Запрос `CREATE TABLE` может иметь несколько форм.

```
CREATE TABLE [IF NOT EXISTS] [db.]table_name [ON CLUSTER cluster]
(
    name1 [type1] [DEFAULT|MATERIALIZED|ALIAS expr1] [compression_codec] [TTL expr1],
    name2 [type2] [DEFAULT|MATERIALIZED|ALIAS expr2] [compression_codec] [TTL expr2],
    ...
) ENGINE = engine
```

Создаёт таблицу с именем name в БД db или текущей БД, если db не указана, со структурой, указанной в скобках, и движком engine. Структура таблицы представляет список описаний столбцов. Индексы, если поддерживаются движком, указываются в качестве параметров для движка таблицы.

Описание столбца, это `name type`, в простейшем случае. Пример: `RegionID UInt32`. Также могут быть указаны выражения для значений по умолчанию - смотрите ниже.

```
CREATE TABLE [IF NOT EXISTS] [db.]table_name AS [db2.]name2 [ENGINE = engine]
```

Создаёт таблицу с такой же структурой, как другая таблица. Можно указать другой движок для таблицы. Если движок не указан, то будет выбран такой же движок, как у таблицы `db2.name2`.

```
CREATE TABLE [IF NOT EXISTS] [db.]table_name AS table_function()
```

Создаёт таблицу с такой же структурой и данными, как результат соответствующей табличной функцией.

```
CREATE TABLE [IF NOT EXISTS] [db.]table_name ENGINE = engine AS SELECT ...
```

Создаёт таблицу со структурой, как результат запроса `SELECT`, с движком engine, и заполняет её данными из `SELECT`-а.

Во всех случаях, если указано `IF NOT EXISTS`, то запрос не будет возвращать ошибку, если таблица уже существует. В этом случае, запрос будет ничего не делать.

После секции `ENGINE` в запросе могут использоваться и другие секции в зависимости от движка. Подробную документацию по созданию таблиц смотрите в описаниях [движков таблиц](#).

## Значения по умолчанию

В описании столбца, может быть указано выражение для значения по умолчанию, одного из следующих видов: `DEFAULT expr`, `MATERIALIZED expr`, `ALIAS expr`. Пример: `URLDomain String DEFAULT domain(URL)`.

Если выражение для значения по умолчанию не указано, то в качестве значений по умолчанию будут использоваться нули для чисел, пустые строки для строк, пустые массивы для массивов, а также 0000-00-00 для дат и 0000-00-00 00:00:00 для дат с временем. NULL-ы не поддерживаются.

В случае, если указано выражение по умолчанию, то указание типа столбца не обязательно. При отсутствии явно указанного типа, будет использован тип выражения по умолчанию. Пример: EventDate DEFAULT toDate(EventTime) - для столбца EventDate будет использован тип Date.

При наличии явно указанного типа данных и выражения по умолчанию, это выражение будет приводиться к указанному типу с использованием функций приведения типа. Пример: Hits UInt32 DEFAULT 0 - имеет такой же смысл, как Hits UInt32 DEFAULT toUInt32(0) .

В качестве выражения для умолчания, может быть указано произвольное выражение от констант и столбцов таблицы. При создании и изменении структуры таблицы, проверяется, что выражения не содержат циклов. При INSERT-е проверяется разрешимость выражений - что все столбцы, из которых их можно вычислить, переданы.

#### DEFAULT expr

Обычное значение по умолчанию. Если в запросе INSERT не указан соответствующий столбец, то он будет заполнен путём вычисления соответствующего выражения.

#### MATERIALIZED expr

Материализованное выражение. Такой столбец не может быть указан при INSERT, то есть, он всегда вычисляется. При INSERT без указания списка столбцов, такие столбцы не рассматриваются. Также этот столбец не подставляется при использовании звёздочки в запросе SELECT. Это необходимо, чтобы сохранить инвариант, что дамп, полученный путём SELECT \* , можно вставить обратно в таблицу INSERT-ом без указания списка столбцов.

#### ALIAS expr

Синоним. Такой столбец вообще не хранится в таблице. Его значения не могут быть вставлены в таблицу, он не подставляется при использовании звёздочки в запросе SELECT. Он может быть использован в SELECT-ах - в таком случае, во время разбора запроса, аlias раскрывается.

При добавлении новых столбцов с помощью запроса ALTER, старые данные для этих столбцов не записываются. Вместо этого, при чтении старых данных, для которых отсутствуют значения новых столбцов, выполняется вычисление выражений по умолчанию на лету. При этом, если выполнение выражения требует использования других столбцов, не указанных в запросе, то эти столбцы будут дополнительно прочитаны, но только для тех блоков данных, для которых это необходимо.

Если добавить в таблицу новый столбец, а через некоторое время изменить его выражение по умолчанию, то используемые значения для старых данных (для данных, где значения не хранились на диске) поменяются. Также заметим, что при выполнении фоновых слияний, данные для столбцов, отсутствующих в одном из сливаемых кусков, записываются в объединённый кусок.

Отсутствует возможность задать значения по умолчанию для элементов вложенных структур данных.

## Ограничения (constraints)

Наряду с объявлением столбцов можно объявить ограничения на значения в столбцах таблицы:

```
CREATE TABLE [IF NOT EXISTS] [db.]table_name [ON CLUSTER cluster]
(
    name1 [type1] [DEFAULT|MATERIALIZED|ALIAS expr1] [compression_codec] [TTL expr1],
    ...
    CONSTRAINT constraint_name_1 CHECK boolean_expr_1,
    ...
) ENGINE = engine
```

`boolean_expr_1` может быть любым булевым выражением, состоящим из операторов сравнения или функций. При наличии одного или нескольких ограничений в момент вставки данных выражения ограничений будут проверяться на истинность для каждой вставляемой строки данных. В случае, если в теле `INSERT` запроса придут некорректные данные — клиент получит исключение с описанием нарушенного ограничения.

Добавление большого числа ограничений может негативно повлиять на производительность `INSERT` запросов.

## Выражение для TTL

Определяет время хранения значений. Может быть указано только для таблиц семейства MergeTree. Подробнее смотрите в [TTL для столбцов и таблиц](#).

## Кодеки сжатия столбцов

По умолчанию, ClickHouse применяет к столбцу метод сжатия, определённый в [конфигурации сервера](#). Кроме этого, можно задать метод сжатия для каждого отдельного столбца в запросе `CREATE TABLE`.

```
CREATE TABLE codec_example
(
    dt Date CODEC(ZSTD),
    ts DateTime CODEC(LZ4HC),
    float_value Float32 CODEC(NONE),
    double_value Float64 CODEC(LZ4HC(9))
    value Float32 CODEC(Delta, ZSTD)
)
ENGINE = <Engine>
...
```

Если задать кодек для столбца, то кодек по умолчанию не применяется. Кодеки можно последовательно комбинировать, например, `CODEC(Delta, ZSTD)`. Чтобы выбрать наиболее подходящую для вашего проекта комбинацию кодеков, необходимо провести сравнительные тесты, подобные тем, что описаны в статье [Altinity New Encodings to Improve ClickHouse Efficiency](#).

### Предупреждение

Нельзя распаковать базу данных ClickHouse с помощью сторонних утилит наподобие `lz4`. Необходимо использовать специальную утилиту [clickhouse-compressor](#).

Сжатие поддерживается для следующих движков таблиц:

- [MergeTree family](#)
- [Log family](#)
- [Set](#)
- [Join](#)

ClickHouse поддерживает кодеки общего назначения и специализированные кодеки.

## СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ КОДЕКИ

Эти кодеки разработаны для того, чтобы, используя особенности данных сделать сжатие более эффективным. Некоторые из этих кодеков не сжимают данные самостоятельно. Они готовят данные для кодеков общего назначения, которые сжимают подготовленные данные эффективнее, чем неподготовленные.

Специализированные кодеки:

- `Delta(delta_bytes)` — Метод, в котором исходные значения заменяются разностью двух соседних значений, за исключением первого значения, которое остается неизменным. Для хранения разниц используется до `delta_bytes`, т.е. `delta_bytes` — это максимальный размер исходных данных. Возможные значения `delta_bytes : 1`,

2, 4, 8. Значение по умолчанию для `delta_bytes` равно `sizeof(type)`, если результат 1, 2, 4, or 8. Во всех других случаях — 1.

- `DoubleDelta` — Вычисляется разницу от разниц и сохраняет её в компактном бинарном виде. Оптимальная степень сжатия достигается для монотонных последовательностей с постоянным шагом, наподобие временных рядов. Можно использовать с любым типом данных фиксированного размера. Реализует алгоритм, используемый в TSDB Gorilla, поддерживает 64-битные типы данных. Использует 1 дополнительный бит для 32-байтовых значений: 5-битные префиксы вместо 4-битных префиксов. Подробнее читайте в разделе "Compressing Time Stamps" документа [Gorilla: A Fast, Scalable, In-Memory Time Series Database](#).
- `Gorilla` — Вычисляет XOR между текущим и предыдущим значением и записывает результат в компактной бинарной форме. Эффективно сохраняет ряды медленно изменяющихся чисел с плавающей запятой, поскольку наилучший коэффициент сжатия достигается, если соседние значения одинаковые. Реализует алгоритм, используемый в TSDB Gorilla, адаптируя его для работы с 64-битными значениями. Подробнее читайте в разделе "Compressing Values" документа [Gorilla: A Fast, Scalable, In-Memory Time Series Database](#).
- `T64` — Метод сжатия который обрезает неиспользуемые старшие биты целочисленных значений (включая `Enum`, `Date` и `DateTime`). На каждом шаге алгоритма, кодек помещает блок из 64 значений в матрицу  $64 \times 64$ , транспонирует её, обрезает неиспользуемые биты, а то, что осталось возвращает в виде последовательности. Неиспользуемые биты, это биты, которые не изменяются от минимального к максимальному на всём диапазоне значений куска данных.

Кодеки `DoubleDelta` и `Gorilla` используются в TSDB Gorilla как компоненты алгоритма сжатия. Подход `Gorilla` эффективен в сценариях, когда данные представляют собой медленно изменяющиеся во времени величины. Метки времени эффективно сжимаются кодеком `DoubleDelta`, а значения кодеком `Gorilla`. Например, чтобы создать эффективно хранящуюся таблицу, используйте следующую конфигурацию:

```
CREATE TABLE codec_example
(
    timestamp DateTime CODEC(DoubleDelta),
    slow_values Float32 CODEC(Gorilla)
)
ENGINE = MergeTree()
```

## КОДЕКИ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

Кодеки:

- `NONE` — без сжатия.
- `LZ4` — [алгоритм сжатия без потерь](#) используемый по умолчанию. Применяет быстрое сжатие LZ4.
- `LZ4HC[(level)]` — алгоритм LZ4 HC (high compression) с настраиваемым уровнем сжатия. Уровень по умолчанию — 9. Настройка `level <= 0` устанавливает уровень сжатия по умолчанию. Возможные уровни сжатия: [1, 12]. Рекомендуемый диапазон уровней: [4, 9].
- `ZSTD[(level)]` — [алгоритм сжатия ZSTD](#) с настраиваемым уровнем сжатия `level`. Возможные уровни сжатия: [1, 22]. Уровень сжатия по умолчанию: 1.

Высокие уровни сжатия полезны для ассимметричных сценариев, подобных "один раз сжал, много раз распаковал". Высокие уровни сжатия подразумеваю лучшее сжатие, но большее использование CPU.

## Временные таблицы

ClickHouse поддерживает временные таблицы со следующими характеристиками:

- Временные таблицы исчезают после завершения сессии, в том числе при обрыве соединения.
- Временная таблица использует только модуль памяти.

- Невозможно указать базу данных для временной таблицы. Она создается вне баз данных.
- Невозможно создать временную таблицу распределенным DDL запросом на всех серверах кластера (с опцией ON CLUSTER): такая таблица существует только в рамках существующей сессии.
- Если временная таблица имеет то же имя, что и некоторая другая, то, при упоминании в запросе без указания БД, будет использована временная таблица.
- При распределённой обработке запроса, используемые в запросе временные таблицы, передаются на удалённые серверы.

Чтобы создать временную таблицу, используйте следующий синтаксис:

```
CREATE TEMPORARY TABLE [IF NOT EXISTS] table_name
(
    name1 [type1] [DEFAULT|MATERIALIZED|ALIAS expr1],
    name2 [type2] [DEFAULT|MATERIALIZED|ALIAS expr2],
    ...
)
```

В большинстве случаев, временные таблицы создаются не вручную, а при использовании внешних данных для запроса, или при распределённом (GLOBAL) IN . Подробнее см. соответствующие разделы

Вместо временных можно использовать обычные таблицы с [ENGINE = Memory](#).

## Распределенные DDL запросы (секция ON CLUSTER)

Запросы CREATE , DROP , ALTER , RENAME поддерживают возможность распределенного выполнения на кластере. Например, следующий запрос создает распределенную (Distributed) таблицу all\_hits на каждом хосте в cluster :

```
CREATE TABLE IF NOT EXISTS all_hits ON CLUSTER cluster (p Date, i Int32) ENGINE = Distributed(cluster, default, hits)
```

Для корректного выполнения таких запросов необходимо на каждом хосте иметь одинаковое определение кластера (для упрощения синхронизации конфигов можете использовать подстановки из ZooKeeper). Также необходимо подключение к ZooKeeper серверам. Локальная версия запроса в конечном итоге будет выполнена на каждом хосте кластера, даже если некоторые хосты в данный момент не доступны. Гарантируется упорядоченность выполнения запросов в рамках одного хоста.

## CREATE VIEW

```
CREATE [MATERIALIZED] VIEW [IF NOT EXISTS] [db.]table_name [TO[db.]name] [ENGINE = engine] [POPULATE] AS SELECT ...
```

Создаёт представление. Представления бывают двух видов - обычные и материализованные (MATERIALIZED).

Обычные представления не хранят никаких данных, а всего лишь производят чтение из другой таблицы. То есть, обычное представление - не более чем сохранённый запрос. При чтении из представления, этот сохранённый запрос, используется в качестве подзапроса в секции FROM.

Для примера, пусть вы создали представление:

```
CREATE VIEW view AS SELECT ...
```

и написали запрос:

```
SELECT a, b, c FROM view
```

Этот запрос полностью эквивалентен использованию подзапроса:

```
SELECT a, b, c FROM (SELECT ...)
```

Материализованные (MATERIALIZED) представления хранят данные, преобразованные соответствующим запросом SELECT.

При создании материализованного представления, нужно обязательно указать ENGINE - движок таблицы для хранения данных.

Материализованное представление устроено следующим образом: при вставке данных в таблицу, указанную в SELECT-е, кусок вставляемых данных преобразуется этим запросом SELECT, и полученный результат вставляется в представление.

Если указано POPULATE, то при создании представления, в него будут вставлены имеющиеся данные таблицы, как если бы был сделан запрос CREATE TABLE ... AS SELECT ... . Иначе, представление будет содержать только данные, вставляемые в таблицу после создания представления. Не рекомендуется использовать POPULATE, так как вставляемые в таблицу данные во время создания представления, не попадут в него.

Запрос SELECT может содержать DISTINCT , GROUP BY , ORDER BY , LIMIT ... Следует иметь ввиду, что соответствующие преобразования будут выполняться независимо, на каждый блок вставляемых данных.

Например, при наличии GROUP BY , данные будут агрегироваться при вставке, но только в рамках одной пачки вставляемых данных. Далее, данные не будут доагрегированы. Исключение - использование ENGINE, производящего агрегацию данных самостоятельно, например, SummingMergeTree .

Недоработано выполнение запросов ALTER над материализованными представлениями, поэтому они могут быть неудобными для использования. Если материализованное представление использует конструкцию TO [db.]name , то можно выполнить DETACH представления, ALTER для целевой таблицы и последующий ATTACH ранее отсоединенного ( DETACH ) представления.

Представления выглядят так же, как обычные таблицы. Например, они перечисляются в результате запроса SHOW TABLES .

Отсутствует отдельный запрос для удаления представлений. Чтобы удалить представление, следует использовать DROP TABLE .

## ALTER

Запрос ALTER поддерживается только для таблиц типа \*MergeTree , а также Merge и Distributed . Запрос имеет несколько вариантов.

### **Манипуляции со столбцами**

Изменение структуры таблицы.

```
ALTER TABLE [db].name [ON CLUSTER cluster] ADD|DROP|CLEAR|COMMENT|MODIFY COLUMN ...
```

В запросе указывается список из одного или более действий через запятую. Каждое действие — операция над столбцом.

Существуют следующие действия:

- ADD COLUMN — добавляет столбец в таблицу;
- DROP COLUMN — удаляет столбец;
- CLEAR COLUMN — сбрасывает все значения в столбце для заданной партиции;

- **COMMENT COLUMN** — добавляет комментарий к столбцу;
- **MODIFY COLUMN** — изменяет тип столбца и/или выражение для значения по умолчанию.

Подробное описание для каждого действия приведено ниже.

#### ADD COLUMN

```
ADD COLUMN [IF NOT EXISTS] name [type] [default_expr] [codec] [AFTER name_after]
```

Добавляет в таблицу новый столбец с именем `name`, типом `type`, кодеком `codec` и выражением для умолчания `default_expr` (смотрите раздел [Значения по умолчанию](#)).

Если указано `IF NOT EXISTS`, запрос не будет возвращать ошибку, если столбец уже существует. Если указано `AFTER name_after` (имя другого столбца), то столбец добавляется (в список столбцов таблицы) после указанного. Иначе, столбец добавляется в конец таблицы. Обратите внимание, ClickHouse не позволяет добавлять столбцы в начало таблицы. Для цепочки действий, `name_after` может быть именем столбца, который добавляется в одном из предыдущих действий.

Добавление столбца всего лишь меняет структуру таблицы, и не производит никаких действий с данными - соответствующие данные не появляются на диске после `ALTER`-а. При чтении из таблицы, если для какого-либо столбца отсутствуют данные, то он заполняется значениями по умолчанию (выполняя выражение по умолчанию, если такое есть, или нулями, пустыми строками). Также, столбец появляется на диске при слиянии кусков данных (см. [MergeTree](#)).

Такая схема позволяет добиться мгновенной работы запроса `ALTER` и отсутствия необходимости увеличивать объём старых данных.

Пример:

```
ALTER TABLE visits ADD COLUMN browser String AFTER user_id
```

#### DROP COLUMN

```
DROP COLUMN [IF EXISTS] name
```

Удаляет столбец с именем `name`. Если указано `IF EXISTS`, запрос не будет возвращать ошибку, если столбца не существует.

Запрос удаляет данные из файловой системы. Так как это представляет собой удаление целых файлов, запрос выполняется почти мгновенно.

Пример:

```
ALTER TABLE visits DROP COLUMN browser
```

#### CLEAR COLUMN

```
CLEAR COLUMN [IF EXISTS] name IN PARTITION partition_name
```

Сбрасывает все значения в столбце для заданной партиции. Если указано `IF EXISTS`, запрос не будет возвращать ошибку, если столбца не существует.

Как корректно задать имя партиции, см. в разделе [Как задавать имя партиции в запросах ALTER](#).

Пример:

```
ALTER TABLE visits CLEAR COLUMN browser IN PARTITION tuple()
```

## COMMENT COLUMN

```
COMMENT COLUMN [IF EXISTS] name 'Text comment'
```

Добавляет комментарий к таблице. Если указано `IF EXISTS`, запрос не будет возвращать ошибку, если столбца не существует.

Каждый столбец может содержать только один комментарий. При выполнении запроса существующий комментарий заменяется на новый.

Посмотреть комментарии можно в столбце `comment_expression` из запроса [DESCRIBE TABLE](#).

Пример:

```
ALTER TABLE visits COMMENT COLUMN browser 'Столбец показывает, из каких браузеров пользователи заходили на сайт.'
```

## MODIFY COLUMN

```
MODIFY COLUMN [IF EXISTS] name [type] [default_expr]
```

Изменяет тип столбца `name` на `type` и/или выражение для умолчания на `default_expr`. Если указано `IF EXISTS`, запрос не будет возвращать ошибку, если столбца не существует.

При изменении типа, значения преобразуются так, как если бы к ним была применена функция [toType](#). Если изменяется только выражение для умолчания, запрос не делает никакой сложной работы и выполняется мгновенно.

Пример запроса:

```
ALTER TABLE visits MODIFY COLUMN browser Array(String)
```

Изменение типа столбца - это единственное действие, которое выполняет сложную работу - меняет содержимое файлов с данными. Для больших таблиц, выполнение может занять длительное время.

Выполнение производится в несколько стадий:

- подготовка временных (новых) файлов с изменёнными данными;
- переименование старых файлов;
- переименование временных (новых) файлов в старые;
- удаление старых файлов.

Из них, длительной является только первая стадия. Если на этой стадии возникнет сбой, то данные не поменяются. Если на одной из следующих стадий возникнет сбой, то данные будут можно восстановить вручную. За исключением случаев, когда старые файлы удалены из файловой системы, а данные для новых файлов не доехали на диск и потеряны.

Запрос `ALTER` на изменение столбцов реплицируется. Соответствующие инструкции сохраняются в ZooKeeper, и затем каждая реплика их применяет. Все запросы `ALTER` выполняются в одном и том же порядке. Запрос ждёт выполнения соответствующих действий на всех репликах. Но при этом, запрос на изменение столбцов в реплицируемой таблице можно прервать, и все действия будут осуществлены асинхронно.

## ОГРАНИЧЕНИЯ ЗАПРОСА ALTER

Запрос `ALTER` позволяет создавать и удалять отдельные элементы (столбцы) вложенных структур данных, но не вложенные структуры данных целиком. Для добавления вложенной структуры данных, вы можете добавить столбцы с именем вида `name.nested_name` и типом `Array(T)` - вложенная структура данных полностью эквивалентна

нескольким столбцам-массивам с именем, имеющим одинаковый префикс до точки.

Отсутствует возможность удалять столбцы, входящие в первичный ключ или ключ для сэмплирования (в общем, входящие в выражение `ENGINE`). Изменение типа у столбцов, входящих в первичный ключ возможно только в том случае, если это изменение не приводит к изменению данных (например, разрешено добавление значения в `Enum` или изменение типа с `DateTime` на `UInt32`).

Если возможностей запроса `ALTER` не хватает для нужного изменения таблицы, вы можете создать новую таблицу, скопировать туда данные с помощью запроса `INSERT SELECT`, затем поменять таблицы местами с помощью запроса `RENAME`, и удалить старую таблицу. В качестве альтернативы для запроса `INSERT SELECT`, можно использовать инструмент [clickhouse-copier](#).

Запрос `ALTER` блокирует все чтения и записи для таблицы. То есть, если на момент запроса `ALTER`, выполнялся долгий `SELECT`, то запрос `ALTER` сначала дождётся его выполнения. И в это время, все новые запросы к той же таблице, будут ждать, пока завершится этот `ALTER`.

Для таблиц, которые не хранят данные самостоятельно (типа `Merge` и `Distributed`), `ALTER` всего лишь меняет структуру таблицы, но не меняет структуру подчинённых таблиц. Для примера, при `ALTER`-е таблицы типа `Distributed`, вам также потребуется выполнить запрос `ALTER` для таблиц на всех удалённых серверах.

## Манипуляции с ключевыми выражениями таблиц

Поддерживается операция:

```
MODIFY ORDER BY new_expression
```

Работает только для таблиц семейства `MergeTree` (в том числе [реплицированных](#)). После выполнения запроса [ключ сортировки](#) таблицы заменяется на `new_expression` (выражение или кортеж выражений). Первичный ключ при этом остаётся прежним.

Операция затрагивает только метаданные. Чтобы сохранить свойство упорядоченности кусков данных по ключу сортировки, разрешено добавлять в ключ только новые столбцы (т.е. столбцы, добавляемые командой `ADD COLUMN` в том же запросе `ALTER`), у которых нет выражения по умолчанию.

## Манипуляции с индексами

Добавить или удалить индекс можно с помощью операций

```
ALTER TABLE [db].name ADD INDEX name expression TYPE type GRANULARITY value [AFTER name]  
ALTER TABLE [db].name DROP INDEX name
```

Поддерживается только таблицами семейства `*MergeTree`.

Команда `ADD INDEX` добавляет описание индексов в метаданные, а `DROP INDEX` удаляет индекс из метаданных и стирает файлы индекса с диска, поэтому они легковесные и работают мгновенно.

Если индекс появился в метаданных, то он начнет считаться в последующих слияниях и записях в таблицу, а не сразу после выполнения операции `ALTER`.

Запрос на изменение индексов реплицируется, сохраняя новые метаданные в ZooKeeper и применяя изменения на всех репликах.

## Манипуляции с ограничениями (constraints)

Про ограничения подробнее написано [тут](#).

Добавить или удалить ограничение можно с помощью запросов

```
ALTER TABLE [db].name ADD CONSTRAINT constraint_name CHECK expression;
ALTER TABLE [db].name DROP CONSTRAINT constraint_name;
```

Запросы выполняют добавление или удаление метаданных об ограничениях таблицы [db].name , поэтому выполняются мгновенно.

Если ограничение появилось для непустой таблицы, то проверка ограничения для имеющихся данных не производится.

Запрос на изменение ограничений для Replicated таблиц реплицируется, сохраняя новые метаданные в ZooKeeper и применяя изменения на всех репликах.

## **Манипуляции с партициями и кусками**

Для работы с [партициями](#) доступны следующие операции:

- [DETACH PARTITION](#) – перенести партицию в директорию detached ;
- [DROP PARTITION](#) – удалить партицию;
- [ATTACH PARTITION|PART](#) – добавить партицию/кусок в таблицу из директории detached ;
- [ATTACH PARTITION FROM](#) – скопировать партицию из другой таблицы;
- [REPLACE PARTITION](#) – скопировать партицию из другой таблицы с заменой;
- [CLEAR COLUMN IN PARTITION](#) – удалить все значения в столбце для заданной партиции;
- [CLEAR INDEX IN PARTITION](#) - очистить построенные вторичные индексы для заданной партиции;
- [FREEZE PARTITION](#) – создать резервную копию партиции;
- [FETCH PARTITION](#) – скачать партицию с другого сервера;
- [MOVE PARTITION|PART](#) – переместить партицию/кусок на другой диск или том.

### **DETACH PARTITION**

```
ALTER TABLE table_name DETACH PARTITION partition_expr
```

Перемещает заданную партицию в директорию detached . Сервер не будет знать об этой партиции до тех пор, пока вы не выполните запрос [ATTACH](#).

Пример:

```
ALTER TABLE visits DETACH PARTITION 201901
```

Подробнее о том, как корректно задать имя партиции, см. в разделе [Как задавать имя партиции в запросах ALTER](#)

После того как запрос будет выполнен, вы сможете производить любые операции с данными в директории detached . Например, можно удалить их из файловой системы.

Запрос реплицируется — данные будут перенесены в директорию detached и забыты на всех репликах. Обратите внимание, запрос может быть отправлен только на реплику-лидер. Чтобы узнать, является ли реплика лидером, выполните запрос `SELECT` к системной таблице `system.replicas`. Либо можно выполнить запрос `DETACH` на всех репликах — тогда на всех репликах, кроме реплики-лидера, запрос вернет ошибку.

### **DROP PARTITION**

```
ALTER TABLE table_name DROP PARTITION partition_expr
```

Удаляет партицию. Партиция помечается как неактивная и будет полностью удалена примерно через 10 минут.

Подробнее о том, как корректно задать имя партиции, см. в разделе [Как задавать имя партиции в запросах ALTER](#).

Запрос реплицируется — данные будут удалены на всех репликах.

#### DROP DETACHED PARTITION|PART

```
ALTER TABLE table_name DROP DETACHED PARTITION|PART partition_expr
```

Удаляет из `detached` кусок или все куски, принадлежащие партиции. Подробнее о том, как корректно задать имя партиции, см. в разделе [Как задавать имя партиции в запросах ALTER](#).

#### ATTACH PARTITION|PART

```
ALTER TABLE table_name ATTACH PARTITION|PART partition_expr
```

Добавляет данные в таблицу из директории `detached`. Можно добавить данные как для целой партиции, так и для отдельного куска. Примеры:

```
ALTER TABLE visits ATTACH PARTITION 201901;
ALTER TABLE visits ATTACH PART 201901_2_2_0;
```

Как корректно задать имя партиции или куска, см. в разделе [Как задавать имя партиции в запросах ALTER](#).

Этот запрос реплицируется. Реплика-иницатор проверяет, есть ли данные в директории `detached`. Если данные есть, то запрос проверяет их целостность. В случае успеха данные добавляются в таблицу. Все остальные реплики загружают данные с реплики-инициатора запроса.

Это означает, что вы можете разместить данные в директории `detached` на одной реплике и с помощью запроса `ALTER ... ATTACH` добавить их в таблицу на всех репликах.

#### ATTACH PARTITION FROM

```
ALTER TABLE table2 ATTACH PARTITION partition_expr FROM table1
```

Копирует партицию из таблицы `table1` в таблицу `table2` и добавляет к существующим данным `table2`. Данные из `table1` не удаляются.

Следует иметь в виду:

- Таблицы должны иметь одинаковую структуру.
- Для таблиц должен быть задан одинаковый ключpartitionирования.

Подробнее о том, как корректно задать имя партиции, см. в разделе [Как задавать имя партиции в запросах ALTER](#).

#### REPLACE PARTITION

```
ALTER TABLE table2 REPLACE PARTITION partition_expr FROM table1
```

Копирует партицию из таблицы `table1` в таблицу `table2` с заменой существующих данных в `table2`. Данные из `table1` не удаляются.

Следует иметь в виду:

- Таблицы должны иметь одинаковую структуру.
- Для таблиц должен быть задан одинаковый ключpartitionирования.

Подробнее о том, как корректно задать имя партиции, см. в разделе [Как задавать имя партиции в запросах ALTER](#)

## CLEAR COLUMN IN PARTITION

```
ALTER TABLE table_name CLEAR COLUMN column_name IN PARTITION partition_expr
```

Сбрасывает все значения в столбце для заданной партиции. Если для столбца определено значение по умолчанию (в секции `DEFAULT`), то будет выставлено это значение.

Пример:

```
ALTER TABLE visits CLEAR COLUMN hour IN PARTITION 201902
```

## CLEAR INDEX IN PARTITION

```
ALTER TABLE table_name CLEAR INDEX index_name IN PARTITION partition_expr
```

Работает как `CLEAR COLUMN`, но сбрасывает индексы вместо данных в столбцах.

## FREEZE PARTITION

```
ALTER TABLE table_name FREEZE [PARTITION partition_expr]
```

Создаёт резервную копию для заданной партиции. Если выражение `PARTITION` опущено, резервные копии будут созданы для всех партиций.

### Примечание

Создание резервной копии не требует остановки сервера.

Для таблиц старого стиля имя партиций можно задавать в виде префикса (например, '2019'). В этом случае резервные копии будут созданы для всех соответствующих партиций. Подробнее о том, как корректно задать имя партиции, см. в разделе [Как задавать имя партиции в запросах ALTER](#).

Запрос делает следующее — для текущего состояния таблицы он формирует жесткие ссылки на данные в этой таблице. Ссылки размещаются в директории `/var/lib/clickhouse/shadow/N/...`, где:

- `/var/lib/clickhouse/` — рабочая директория ClickHouse, заданная в конфигурационном файле;
- `N` — инкрементальный номер резервной копии.

### Примечание

При использовании [нескольких дисков для хранения данных таблицы](#) директория `shadow/N` появляется на каждом из дисков, на которых были куски, попавшие под выражение `PARTITION`.

Структура директорий внутри резервной копии такая же, как внутри `/var/lib/clickhouse/`. Запрос выполнит `'chmod'` для всех файлов, запрещая запись в них.

Обратите внимание, запрос `ALTER TABLE t FREEZE PARTITION` не реплицируется. Он создает резервную копию только на локальном сервере. После создания резервной копии данные из `/var/lib/clickhouse/shadow/` можно скопировать на удалённый сервер, а локальную копию удалить.

Резервная копия создается почти мгновенно (однако сначала запрос дожидается завершения всех запросов, которые выполняются для соответствующей таблицы).

`ALTER TABLE t FREEZE PARTITION` копирует только данные, но не метаданные таблицы. Чтобы сделать резервную копию метаданных таблицы, скопируйте файл `/var/lib/clickhouse/metadata/database/table.sql`

Чтобы восстановить данные из резервной копии, выполните следующее:

1. Создайте таблицу, если она ещё не существует. Запрос на создание можно взять из `.sql` файла (замените в нём `ATTACH` на `CREATE`).
2. Скопируйте данные из директории `data/database/table/` внутри резервной копии в директорию `/var/lib/clickhouse/data/database/table/detached/`.
3. С помощью запросов `ALTER TABLE t ATTACH PARTITION` добавьте данные в таблицу.

Восстановление данных из резервной копии не требует остановки сервера.

Подробнее о резервном копировании и восстановлении данных читайте в разделе [Резервное копирование данных](#).

## FETCH PARTITION

```
ALTER TABLE table_name FETCH PARTITION partition_expr FROM 'path-in-zookeeper'
```

Загружает партицию с другого сервера. Этот запрос работает только для реплицированных таблиц.

Запрос выполняет следующее:

1. Загружает партицию с указанного шарда. Путь к шарду задается в секции `FROM ('path-in-zookeeper')`. Обратите внимание, нужно задавать путь к шарду в ZooKeeper.
2. Помещает загруженные данные в директорию `detached` таблицы `table_name`. Чтобы прикрепить эти данные к таблице, используйте запрос [ATTACH PARTITION|PART](#).

Например:

```
ALTER TABLE users FETCH PARTITION 201902 FROM '/clickhouse/tables/01-01/visits';
ALTER TABLE users ATTACH PARTITION 201902;
```

Следует иметь в виду:

- Запрос `ALTER TABLE t FETCH PARTITION` не реплицируется. Он загружает партицию в директорию `detached` только на локальном сервере.
- Запрос `ALTER TABLE t ATTACH` реплицируется — он добавляет данные в таблицу сразу на всех репликах. На одной из реплик данные будут добавлены из директории `detached`, а на других — из соседних реплик.

Перед загрузкой данных система проверяет, существует ли партиция и совпадает ли её структура со структурой таблицы. При этом автоматически выбирается наиболее актуальная реплика среди всех живых реплик.

Несмотря на то что запрос называется `ALTER TABLE`, он не изменяет структуру таблицы и не изменяет сразу доступные данные в таблице.

## MOVE PARTITION|PART

Перемещает партицию или кусок данных на другой том или диск для таблиц с движком `MergeTree`. Смотрите [Хранение данных таблицы на нескольких блочных устройствах](#).

```
ALTER TABLE table_name MOVE PARTITION|PART partition_expr TO DISK|VOLUME 'disk_name'
```

Запрос `ALTER TABLE t MOVE`:

- Не реплицируется, т.к. на разных репликах могут быть различные конфигурации политик хранения.

- Возвращает ошибку, если указан несконфигурированный том или диск. Ошибка также возвращается в случае невыполнения условий перемещения данных, которые указаны в конфигурации политики хранения.
- Может возвращать ошибку в случае, когда перемещаемые данные уже оказались перемещены в результате фонового процесса, конкурентного запроса `ALTER TABLE t MOVE` или как часть результата фоновой операции слияния. В данном случае никаких дополнительных действий от пользователя не требуется.

Примеры:

```
ALTER TABLE hits MOVE PART '20190301_14343_16206_438' TO VOLUME 'slow'
ALTER TABLE hits MOVE PARTITION '2019-09-01' TO DISK 'fast_ssd'
```

## КАК ЗАДАВАТЬ ИМЯ ПАРТИЦИИ В ЗАПРОСАХ ALTER

Чтобы задать нужную партицию в запросах `ALTER ... PARTITION`, можно использовать:

- Имя партиции. Посмотреть имя партиции можно в столбце `partition` системной таблицы `system.parts`. Например, `ALTER TABLE visits DETACH PARTITION 201901`.
- Произвольное выражение из столбцов исходной таблицы. Также поддерживаются константы и константные выражения. Например, `ALTER TABLE visits DETACH PARTITION toYYYYMM(toDate('2019-01-25'))`.
- Строковый идентификатор партиции. Идентификатор партиции используется для именования кусков партиции на файловой системе и в ZooKeeper. В запросах `ALTER` идентификатор партиции нужно указывать в секции `PARTITION ID`, в одинарных кавычках. Например, `ALTER TABLE visits DETACH PARTITION ID '201901'`.
- Для запросов `ATTACH PART` и `DROP DETACHED PART`: чтобы задать имя куска партиции, используйте строковой литерал со значением из столбца `name` системной таблицы `system.detached_parts`. Например, `ALTER TABLE visits ATTACH PART '201901_1_1_0'`.

Использование кавычек в имени партиций зависит от типа данных столбца, по которому задано партиционирование. Например, для столбца с типом `String` имя партиции необходимо указывать в кавычках (одинарных). Для типов `Date` и `Int*` кавычки указывать не нужно.

Замечание: для таблиц старого стиля партицию можно указывать и как число `201901`, и как строку `'201901'`. Синтаксис для таблиц нового типа более строг к типам (аналогично парсеру входного формата `VALUES`).

Правила, сформулированные выше, актуальны также для запросов `OPTIMIZE`. Чтобы указать единственную партицию непартиционированной таблицы, укажите `PARTITION tuple()`. Например:

```
OPTIMIZE TABLE table_not_partitioned PARTITION tuple() FINAL;
```

Примеры запросов `ALTER ... PARTITION` можно посмотреть в тестах: [00502\\_custom\\_partitioning\\_local](#) и [00502\\_custom\\_partitioning\\_replicated\\_zookeeper](#).

## Синхронность запросов ALTER

Для нереплицируемых таблиц, все запросы `ALTER` выполняются синхронно. Для реплицируемых таблиц, запрос всего лишь добавляет инструкцию по соответствующим действиям в ZooKeeper, а сами действия осуществляются при первой возможности. Но при этом, запрос может ждать завершения выполнения этих действий на всех репликах.

Для запросов `ALTER ... ATTACH|DETACH|DROP` можно настроить ожидание, с помощью настройки `replication_alter_partitions_sync`. Возможные значения: 0 - не ждать, 1 - ждать выполнения только у себя (по умолчанию), 2 - ждать всех.

## Мутации

Мутации - разновидность запроса `ALTER`, позволяющая изменять или удалять данные в таблице. В отличие от стандартных запросов `DELETE` и `UPDATE`, рассчитанных на точечное изменение данных, область применения

мутаций - достаточно тяжёлые изменения, затрагивающие много строк в таблице. Поддержана для движков таблиц семейства MergeTree , в том числе для движков с репликацией.

Конвертировать существующие таблицы для работы с мутациями не нужно. Но после применения первой мутации формат данных таблицы становится несовместимым с предыдущими версиями и откатиться на предыдущую версию уже не получится.

На данный момент доступны команды:

```
ALTER TABLE [db.]table DELETE WHERE filter_expr
```

Выражение `filter_expr` должно иметь тип UInt8 . Запрос удаляет строки таблицы, для которых это выражение принимает ненулевое значение.

```
ALTER TABLE [db.]table UPDATE column1 = expr1 [, ...] WHERE filter_expr
```

Выражение `filter_expr` должно иметь тип UInt8 . Запрос изменяет значение указанных столбцов на вычисленное значение соответствующих выражений в каждой строке, для которой `filter_expr` принимает ненулевое значение. Вычисленные значения преобразуются к типу столбца с помощью оператора CAST . Изменение столбцов, которые используются при вычислении первичного ключа или ключаpartitionирования, не поддерживается.

```
ALTER TABLE [db.]table MATERIALIZE INDEX name IN PARTITION partition_name
```

Команда перестроит вторичный индекс `name` для партиции `partition_name` .

В одном запросе можно указать несколько команд через запятую.

Для \*MergeTree-таблиц мутации выполняются, перезаписывая данные по кускам (parts). При этом атомарности нет — куски заменяются на помутуренные по мере выполнения и запрос `SELECT`, заданный во время выполнения мутации, увидит данные как из измененных кусков, так и из кусков, которые еще не были изменены.

Мутации линейно упорядочены между собой и накладываются на каждый кусок в порядке добавления. Мутации также упорядочены со вставками - гарантируется, что данные, вставленные в таблицу до начала выполнения запроса мутации, будут изменены, а данные, вставленные после окончания запроса мутации, изменены не будут. При этом мутации никак не блокируют вставки.

Запрос завершается немедленно после добавления информации о мутации (для реплицированных таблиц - в ZooKeeper, для нереплицированных - на файловую систему). Сама мутация выполняется асинхронно, используя настройки системного профиля. Следить за ходом её выполнения можно по таблице `system.mutations`. Добавленные мутации будут выполняться до конца даже в случае перезапуска серверов ClickHouse. Откатить мутацию после её добавления нельзя, но если мутация по какой-то причине не может выполниться до конца, её можно остановить с помощью запроса `KILL MUTATION`.

Записи о последних выполненных мутациях удаляются не сразу (количество сохраняемых мутаций определяется параметром движка таблиц `finished_mutations_to_keep` ). Более старые записи удаляются.

## Запросы SYSTEM

- [RELOAD DICTIONARIES](#)
- [RELOAD DICTIONARY](#)
- [DROP DNS CACHE](#)
- [DROP MARK CACHE](#)
- [FLUSH LOGS](#)

- [RELOAD CONFIG](#)
- [SHUTDOWN](#)
- [KILL](#)
- [STOP DISTRIBUTED SENDS](#)
- [FLUSH DISTRIBUTED](#)
- [START DISTRIBUTED SENDS](#)
- [STOP MERGES](#)
- [START MERGES](#)

## RELOAD DICTIONARIES

Перегружает все словари, которые были успешно загружены до этого. По умолчанию включена ленивая загрузка `dictionaries_lazy_load`, поэтому словари не загружаются автоматически при старте, а только при первом обращении через `dictGet` или `SELECT` к `ENGINE=Dictionary`. После этого такие словари (`LOADED`) будут перегружаться командой `system reload dictionaries`. Всегда возвращает `Ok.`, вне зависимости от результата обновления словарей.

### RELOAD DICTIONARY `dictionary_name`

Полностью перегружает словарь `dictionary_name`, вне зависимости от состояния словаря (`LOADED/NOT_LOADED/FAILED`). Всегда возвращает `Ok.`, вне зависимости от результата обновления словаря. Состояние словаря можно проверить запросом к `system.dictionaries`.

```
SELECT name, status FROM system.dictionaries;
```

## DROP DNS CACHE

Сбрасывает внутренний DNS кеш ClickHouse. Иногда (для старых версий ClickHouse) необходимо использовать эту команду при изменении инфраструктуры (смене IP адреса у другого ClickHouse сервера или сервера, используемого словарями).

Для более удобного (автоматического) управления кешем см. параметры `disable_internal_dns_cache`, `dns_cache_update_period`.

## DROP MARK CACHE

Сбрасывает кеш "засечек" ( `mark cache` ). Используется при разработке ClickHouse и тестах производительности.

## FLUSH LOGS

Записывает буферы логов в системные таблицы (например `system.query_log`). Позволяет не ждать 7.5 секунд при отладке.

## RELOAD CONFIG

Перечитывает конфигурацию настроек ClickHouse. Используется при хранении конфигурации в zookeeper.

## SHUTDOWN

Штатно завершает работу ClickHouse (аналог `service clickhouse-server stop` / `kill {$pid_clickhouse-server}`)

## KILL

Аварийно завершает работу ClickHouse (аналог `kill -9 {$pid_clickhouse-server}`)

## Управление распределёнными таблицами

ClickHouse может оперировать [распределёнными](#) таблицами. Когда пользователь вставляет данные в эти таблицы, ClickHouse сначала формирует очередь из данных, которые должны быть отправлены на узлы кластера, а затем асинхронно отправляет подготовленные данные. Вы можете управлять очередью с помощью запросов `STOP DISTRIBUTED SENDS`, `START DISTRIBUTED SENDS` и `FLUSH DISTRIBUTED`. Также есть возможность синхронно вставлять распределенные данные с помощью настройки `insert_distributed_sync`.

### STOP DISTRIBUTED SENDS

Отключает фоновую отправку при вставке данных в распределённые таблицы.

```
SYSTEM STOP DISTRIBUTED SENDS [db.]<distributed_table_name>
```

### FLUSH DISTRIBUTED

В синхронном режиме отправляет все данные на узлы кластера. Если какие-либо узлы недоступны, ClickHouse генерирует исключение и останавливает выполнение запроса. Такой запрос можно повторять до успешного завершения, что будет означать возвращение связности с остальными узлами кластера.

```
SYSTEM FLUSH DISTRIBUTED [db.]<distributed_table_name>
```

### START DISTRIBUTED SENDS

Включает фоновую отправку при вставке данных в распределенные таблицы.

```
SYSTEM START DISTRIBUTED SENDS [db.]<distributed_table_name>
```

### STOP MERGES

Позволяет остановить фоновые мержи для таблиц семейства MergeTree:

```
SYSTEM STOP MERGES [[db.]merge_tree_family_table_name]
```

#### Note

DETACH / ATTACH таблицы восстанавливает фоновые мержи для этой таблицы (даже в случае отключения фоновых мержей для всех таблиц семейства MergeTree до DETACH).

### START MERGES

Включает фоновые мержи для таблиц семейства MergeTree:

```
SYSTEM START MERGES [[db.]merge_tree_family_table_name]
```

## SHOW Queries

## SHOW CREATE TABLE

```
SHOW CREATE [TEMPORARY] TABLE [db.]table [INTO OUTFILE filename] [FORMAT format]
```

Возвращает один столбец типа String с именем statement, содержащий одно значение — запрос CREATE TABLE , с помощью которого была создана указанная таблица.

## SHOW DATABASES

```
SHOW DATABASES [INTO OUTFILE filename] [FORMAT format]
```

Выводит список всех баз данных. Запрос полностью аналогичен запросу SELECT name FROM system.databases [INTO OUTFILE filename] [FORMAT format] .

## SHOW PROCESSLIST

```
SHOW PROCESSLIST [INTO OUTFILE filename] [FORMAT format]
```

Выводит содержимое таблицы system.processes, которая содержит список запросов, выполняющихся в данный момент времени, кроме самих запросов SHOW PROCESSLIST .

Запрос SELECT \* FROM system.processes возвращает данные обо всех текущих запросах.

Полезный совет (выполните в консоли):

```
$ watch -n1 "clickhouse-client --query='SHOW PROCESSLIST'"
```

## SHOW TABLES

Выводит список таблиц.

```
SHOW [TEMPORARY] TABLES [FROM <db>] [LIKE '<pattern>'] [LIMIT <N>] [INTO OUTFILE <filename>] [FORMAT <format>]
```

Если секция FROM не используется, то запрос возвращает список таблиц из текущей базы данных.

Результат, идентичный тому, что выдаёт запрос SHOW TABLES можно получить также запросом следующего вида:

```
SELECT name FROM system.tables WHERE database = <db> [AND name LIKE <pattern>] [LIMIT <N>] [INTO OUTFILE <filename>] [FORMAT <format>]
```

Пример

Следующий запрос выбирает первые две строки из списка таблиц в базе данных system , чьи имена содержат со .

```
SHOW TABLES FROM system LIKE '%co%' LIMIT 2
```

```
name  
aggregate_function_combinators |  
collations |
```

## Прочие виды запросов

### ATTACH

Запрос полностью аналогичен запросу `CREATE`, но:

- вместо слова `CREATE` используется слово `ATTACH`;
- запрос не создаёт данные на диске, а предполагает, что данные уже лежат в соответствующих местах, и всего лишь добавляет информацию о таблице на сервер. После выполнения запроса `ATTACH` сервер будет знать о существовании таблицы.

Если таблица перед этим была отсоединена (`DETACH`), т.е. её структура известна, можно использовать сокращенную форму записи без определения структуры.

```
ATTACH TABLE [IF NOT EXISTS] [db.]name [ON CLUSTER cluster]
```

Этот запрос используется при старте сервера. Сервер хранит метаданные таблиц в виде файлов с запросами `ATTACH`, которые он просто исполняет при запуске (за исключением системных таблиц, которые явно создаются на сервере).

## CHECK TABLE

Проверяет таблицу на повреждение данных.

```
CHECK TABLE [db.]name
```

Запрос `CHECK TABLE` сравнивает текущие размеры файлов (в которых хранятся данные из колонок) с ожидаемыми значениями. Если значения не совпадают, данные в таблице считаются поврежденными. Искажение возможно, например, из-за сбоя при записи данных.

Ответ содержит колонку `result`, содержащую одну строку с типом `Boolean`. Допустимые значения:

- 0 - данные в таблице повреждены;
- 1 - данные не повреждены.

Запрос `CHECK TABLE` поддерживает следующие движки таблиц:

- [Log](#)
- [TinyLog](#)
- [StripeLog](#)
- [Семейство MergeTree](#)

При попытке выполнить запрос с таблицами с другими табличными движками, ClickHouse генерирует исключение.

В движках `*Log` не предусмотрено автоматическое восстановление данных после сбоя. Используйте запрос `CHECK TABLE`, чтобы своевременно выявлять повреждение данных.

Для движков из семейства `MergeTree` запрос `CHECK TABLE` показывает статус проверки для каждого отдельного куска данных таблицы на локальном сервере.

Что делать, если данные повреждены

В этом случае можно скопировать оставшиеся неповрежденные данные в другую таблицу. Для этого:

1. Создайте новую таблицу с такой же структурой, как у поврежденной таблицы. Для этого выполните запрос `CREATE TABLE <new_table_name> AS <damaged_table_name>`.
2. Установите значение параметра `max_threads` в 1. Это нужно для того, чтобы выполнить следующий запрос в одном потоке. Установить значение параметра можно через запрос: `SET max_threads = 1`.

3. Выполните запрос `INSERT INTO <new_table_name> SELECT * FROM <damaged_table_name>`. В результате неповрежденные данные будут скопированы в другую таблицу. Обратите внимание, будут скопированы только те данные, которые следуют до поврежденного участка.
4. Перезапустите `clickhouse-client`, чтобы вернуть предыдущее значение параметра `max_threads`.

## DESCRIBE TABLE

```
DESC|DESCRIBE TABLE [db.]table [INTO OUTFILE filename] [FORMAT format]
```

Возвращает описание столбцов таблицы.

Результат запроса содержит столбцы (все столбцы имеют тип `String`):

- `name` — имя столбца таблицы;
- `type` — тип столбца;
- `default_type` — в каком виде задано выражение для значения по умолчанию: `DEFAULT`, `MATERIALIZED` или `ALIAS`. Столбец содержит пустую строку, если значение по умолчанию не задано.
- `default_expression` — значение, заданное в секции `DEFAULT`;
- `comment_expression` — комментарий к столбцу.

Вложенные структуры данных выводятся в "развернутом" виде. То есть, каждый столбец - по отдельности, с именем через точку.

## DETACH

Удаляет из сервера информацию о таблице `name`. Сервер перестаёт знать о существовании таблицы.

```
DETACH TABLE [IF EXISTS] [db.]name [ON CLUSTER cluster]
```

Но ни данные, ни метаданные таблицы не удаляются. При следующем запуске сервера, сервер прочитает метаданные и снова узнает о таблице. Также, "отцепленную" таблицу можно прицепить заново запросом `ATTACH` (за исключением системных таблиц, для которых метаданные не хранятся).

Запроса `DETACH DATABASE` нет.

## DROP

Запрос имеет два вида: `DROP DATABASE` и `DROP TABLE`.

```
DROP DATABASE [IF EXISTS] db [ON CLUSTER cluster]
```

Удаляет все таблицы внутри базы данных `db`, а затем саму базу данных `db`. Если указано `IF EXISTS` - не выдавать ошибку, если база данных не существует.

```
DROP [TEMPORARY] TABLE [IF EXISTS] [db.]name [ON CLUSTER cluster]
```

Удаляет таблицу. Если указано `IF EXISTS` - не выдавать ошибку, если таблица не существует или база данных не существует.

## EXISTS

```
EXISTS [TEMPORARY] TABLE [db.]name [INTO OUTFILE filename] [FORMAT format]
```

Возвращает один столбец типа UInt8 , содержащий одно значение - 0 , если таблицы или БД не существует и 1 , если таблица в указанной БД существует.

## KILL QUERY

```
KILL QUERY [ON CLUSTER cluster]
  WHERE <where expression to SELECT FROM system.processes query>
  [SYNC|ASYNC|TEST]
  [FORMAT format]
```

Пытается принудительно остановить исполняющиеся в данный момент запросы. Запросы для принудительной остановки выбираются из таблицы system.processes с помощью условия, указанного в секции WHERE запроса KILL .

### Примеры

```
-- Принудительно останавливает все запросы с указанным query_id:
KILL QUERY WHERE query_id='2-857d-4a57-9ee0-327da5d60a90'
```

```
-- Синхронно останавливает все запросы пользователя 'username':
KILL QUERY WHERE user='username' SYNC
```

Readonly-пользователи могут останавливать только свои запросы.

По умолчанию используется асинхронный вариант запроса ( ASYNC ), который не дожидается подтверждения остановки запросов.

Синхронный вариант ( SYNC ) ожидает остановки всех запросов и построчно выводит информацию о процессах по ходу их остановки. Ответ содержит колонку kill\_status , которая может принимать следующие значения:

1. 'finished' - запрос был успешно остановлен;
2. 'waiting' - запросу отправлен сигнал завершения, ожидается его остановка;
3. остальные значения описывают причину невозможности остановки запроса.

Тестовый вариант запроса ( TEST ) только проверяет права пользователя и выводит список запросов для остановки.

## KILL MUTATION

```
KILL MUTATION [ON CLUSTER cluster]
  WHERE <where expression to SELECT FROM system.mutations query>
  [TEST]
  [FORMAT format]
```

Пытается остановить выполняющиеся в данный момент мутации . Мутации для остановки выбираются из таблицы system.mutations с помощью условия, указанного в секции WHERE запроса KILL .

Тестовый вариант запроса ( TEST ) только проверяет права пользователя и выводит список запросов для остановки.

### Примеры:

```
-- Останавливает все мутации одной таблицы:  
KILL MUTATION WHERE database = 'default' AND table = 'table'  
  
-- Останавливает конкретную мутацию:  
KILL MUTATION WHERE database = 'default' AND table = 'table' AND mutation_id = 'mutation_3.txt'
```

Запрос полезен в случаях, когда мутация не может выполниться до конца (например, если функция в запросе мутации бросает исключение на данных таблицы).

Данные, уже изменённые мутацией, остаются в таблице (отката на старую версию данных не происходит).

## OPTIMIZE

```
OPTIMIZE TABLE [db.]name [ON CLUSTER cluster] [PARTITION partition | PARTITION ID 'partition_id'] [FINAL] [DEDUPLICATE]
```

Запрос пытается запустить внеплановый мёрж кусков данных для таблиц семейства [MergeTree](#). Другие движки таблиц не поддерживаются.

Если `OPTIMIZE` применяется к таблицам семейства [ReplicatedMergeTree](#), ClickHouse создаёт задачу на мёрж и ожидает её исполнения на всех узлах (если активирована настройка `replication_alter_partitions_sync` ).

- Если `OPTIMIZE` не выполняет мёрж по любой причине, ClickHouse не оповещает об этом клиента. Чтобы включить оповещения, используйте настройку [optimize\\_throw\\_if\\_noop](#).
- Если указать `PARTITION`, то оптимизация выполняется только для указанной партиции. [Как задавать имя партиции в запросах](#).
- Если указать `FINAL`, то оптимизация выполняется даже в том случае, если все данные уже лежат в одном куске.
- Если указать `DEDUPLICATE`, то произойдет схлопывание полностью одинаковых строк (сравниваются значения во всех колонках), имеет смысл только для движка [MergeTree](#).

### Внимание

Запрос `OPTIMIZE` не может устраниТЬ причину появления ошибки "Too many parts".

## RENAME

Переименовывает одну или несколько таблиц.

```
RENAME TABLE [db11.]name11 TO [db12.]name12, [db21.]name21 TO [db22.]name22, ... [ON CLUSTER cluster]
```

Все таблицы переименовываются под глобальной блокировкой. Переименовывание таблицы является лёгкой операцией. Если вы указали после ТО другую базу данных, то таблица будет перенесена в эту базу данных. При этом, директории с базами данных должны быть расположены в одной файловой системе (иначе возвращается ошибка).

## SET

```
SET param = value
```

Устанавливает значение `value` для [настройки](#) `param` в текущей сессии. [Конфигурационные параметры сервера](#) нельзя изменить подобным образом.

Можно одним запросом установить все настройки из заданного профиля настроек.

```
SET profile = 'profile-name-from-the-settings-file'
```

Подробности смотрите в разделе [Настройки](#).

## TRUNCATE

```
TRUNCATE TABLE [IF EXISTS] [db.]name [ON CLUSTER cluster]
```

Удаляет все данные из таблицы. Если условие IF EXISTS не указано, запрос вернет ошибку, если таблицы не существует.

Запрос TRUNCATE не поддерживается для следующих движков: [View](#), [File](#), [URL](#) и [Null](#).

## USE

```
USE db
```

Позволяет установить текущую базу данных для сессии. Текущая база данных используется для поиска таблиц, если база данных не указана в запросе явно через точку перед именем таблицы. При использовании HTTP протокола запрос не может быть выполнен, так как понятия сессии не существует.

## Функции

Функции бывают как минимум\* двух видов - обычные функции (называются просто, функциями) и агрегатные функции. Это совершенно разные вещи. Обычные функции работают так, как будто применяются к каждой строке по отдельности (для каждой строки, результат вычисления функции не зависит от других строк). Агрегатные функции аккумулируют множество значений из разных строк (то есть, зависят от целого множества строк).

В этом разделе речь пойдёт об обычных функциях. Для агрегатных функций, смотрите раздел "Агрегатные функции".

\* - есть ещё третий вид функций, к которым относится функция arrayJoin; также можно отдельно иметь ввиду табличные функции.\*

## Строгая типизация

В ClickHouse, в отличие от стандартного SQL, типизация является строгой. То есть, не производится неявных преобразований между типами. Все функции работают для определённого набора типов. Это значит, что иногда вам придётся использовать функции преобразования типов.

## Склейка одинаковых выражений

Все выражения в запросе, имеющие одинаковые AST (одинаковую запись или одинаковый результат синтаксического разбора), считаются имеющими одинаковые значения. Такие выражения склеиваются и исполняются один раз. Однаковые подзапросы тоже склеиваются.

## Типы результата

Все функции возвращают одно (не несколько, не ноль) значение в качестве результата. Тип результата обычно определяется только типами аргументов, но не значениями аргументов. Исключение - функция tupleElement

(оператор `a.N`), а также функция `toFixedString`.

## Константы

Для простоты, некоторые функции могут работать только с константами в качестве некоторых аргументов. Например, правый аргумент оператора `LIKE` должен быть константой. Почти все функции возвращают константу для константных аргументов. Исключение - функции генерации случайных чисел. Функция `now` возвращает разные значения для запросов, выполненных в разное время, но результат считается константой, так как константность важна лишь в пределах одного запроса. Константное выражение также считается константой (например, правую часть оператора `LIKE` можно сконструировать из нескольких констант).

Функции могут быть по-разному реализованы для константных и не константных аргументов (выполняется разный код). Но результат работы для константы и полноценного столбца, содержащего только одно такое же значение, должен совпадать.

## Обработка NULL

Функции имеют следующие виды поведения:

- Если хотя бы один из аргументов функции — `NULL`, то результат функции тоже `NULL`.
- Специальное поведение, указанное в описании каждой функции отдельно. В исходном коде ClickHouse такие функции можно определить по свойству `UseDefaultImplementationForNulls=false`.

## Неизменяемость

Функции не могут поменять значения своих аргументов - любые изменения возвращаются в качестве результата. Соответственно, от порядка записи функций в запросе, результат вычислений отдельных функций не зависит.

## Обработка ошибок

Некоторые функции могут кидать исключения в случае ошибочных данных. В этом случае, выполнение запроса прерывается, и текст ошибки выводится клиенту. При распределённой обработке запроса, при возникновении исключения на одном из серверов, на другие серверы пытается отправиться просьба тоже прервать выполнение запроса.

## Вычисление выражений-аргументов

В почти всех языках программирования, для некоторых операторов может не вычисляться один из аргументов. Обычно - для операторов `&&`, `||`, `?:`. Но в ClickHouse, аргументы функций (операторов) вычисляются всегда. Это связано с тем, что вычисления производятся не по отдельности для каждой строки, а сразу для целых кусочков столбцов.

## Выполнение функций при распределённой обработке запроса

При распределённой обработке запроса, как можно большая часть стадий выполнения запроса производится на удалённых серверах, а оставшиеся стадии (слияние промежуточных результатов и всё, что дальше) - на сервере-инициаторе запроса.

Это значит, что выполнение функций может производиться на разных серверах. Например, в запросе `SELECT f(sum(g(x))) FROM distributed_table GROUP BY h(y)`, - если `distributed_table` имеет хотя бы два шарда, то функции `g` и `h` выполняются на удалённых серверах, а функция `f` - на сервере-инициаторе запроса; - если `distributed_table` имеет только один шард, то все функции `f`, `g`, `h` выполняются на сервере этого шарда.

Обычно результат выполнения функции не зависит от того, на каком сервере её выполнить. Но иногда это довольно важно. Например, функции, работающие со словарями, будут использовать словарь, присутствующий на том сервере, на котором они выполняются. Другой пример - функция `hostName` вернёт имя сервера, на котором она выполняется, и это можно использовать для служебных целей - чтобы в запросе `SELECT` сделать `GROUP BY` по серверам.

Если функция в запросе выполняется на сервере-инициаторе запроса, а вам нужно, чтобы она выполнялась на удалённых серверах, вы можете обернуть её в агрегатную функцию `any` или добавить в ключ в `GROUP BY`.

## Арифметические функции

Для всех арифметических функций, тип результата вычисляется, как минимальный числовой тип, который может вместить результат, если такой тип есть. Минимум берётся одновременно по числу бит, знаковости и "плавучести". Если бит не хватает, то берётся тип максимальной битности.

Пример:

```
SELECT toTypeName(0), toTypeName(0 + 0), toTypeName(0 + 0 + 0), toTypeName(0 + 0 + 0 + 0)
```

toTypeName(0)	toTypeName(plus(0, 0))	toTypeName(plus(plus(0, 0), 0))	toTypeName(plus(plus(plus(0, 0), 0), 0))
UInt8	UInt16	UInt32	UInt64

Арифметические функции работают для любой пары типов из `UInt8`, `UInt16`, `UInt32`, `UInt64`, `Int8`, `Int16`, `Int32`, `Int64`, `Float32`, `Float64`.

Переполнение производится также, как в C++.

### `plus(a, b)`, оператор `a + b`

Вычисляет сумму чисел. Также можно складывать целые числа с датой и датой-с-временем. В случае даты, прибавление целого числа означает прибавление соответствующего количества дней. В случае даты-с-временем - прибавление соответствующего количества секунд.

### `minus(a, b)`, оператор `a - b`

Вычисляет разность чисел. Результат всегда имеет знаковый тип.

Также можно вычитать целые числа из даты и даты-с-временем. Смысл аналогичен -смотрите выше для `plus`.

### `multiply(a, b)`, оператор `a * b`

Вычисляет произведение чисел.

### `divide(a, b)`, оператор `a / b`

Вычисляет частное чисел. Тип результата всегда является типом с плавающей запятой. То есть, деление не целочисленное. Для целочисленного деления, используйте функцию `intDiv`. При делении на ноль получится `inf`, `-inf` или `nan`.

### `intDiv(a, b)`

Вычисляет частное чисел. Деление целочисленное, с округлением вниз (по абсолютному значению). При делении на ноль или при делении минимального отрицательного числа на минус единицу, кидается исключение.

### intDivOrZero(a, b)

Отличается от intDiv тем, что при делении на ноль или при делении минимального отрицательного числа на минус единицу, возвращается ноль.

### modulo(a, b), оператор a % b

Вычисляет остаток от деления. Если аргументы - числа с плавающей запятой, то они предварительно преобразуются в целые числа, путём отбрасывания дробной части. Берётся остаток в том же смысле, как это делается в C++. По факту, для отрицательных чисел, используется truncated division. При делении на ноль или при делении минимального отрицательного числа на минус единицу, кидается исключение.

### negate(a), оператор -a

Вычисляет число, обратное по знаку. Результат всегда имеет знаковый тип.

### abs(a)

Вычисляет абсолютное значение для числа a. То есть, если  $a < 0$ , то возвращает  $-a$ . Для беззнаковых типов ничего не делает. Для чисел типа целых со знаком, возвращает число беззнакового типа.

### gcd(a, b)

Вычисляет наибольший общий делитель чисел. При делении на ноль или при делении минимального отрицательного числа на минус единицу, кидается исключение.

### lcm(a, b)

Вычисляет наименьшее общее кратное чисел. При делении на ноль или при делении минимального отрицательного числа на минус единицу, кидается исключение.

## Функции сравнения

Функции сравнения возвращают всегда 0 или 1 (UInt8).

Сравнивать можно следующие типы:

- числа;
- строки и фиксированные строки;
- даты;
- даты-с-временем;

внутри каждой группы, но не из разных групп.

Например, вы не можете сравнить дату со строкой. Надо использовать функцию преобразования строки в дату или наоборот.

Строки сравниваются побайтово. Более короткая строка меньше всех строк, начинающихся с неё и содержащих ещё хотя бы один символ.

Замечание. До версии 1.1.54134 сравнение знаковых и беззнаковых целых чисел производилось также, как в C++. То есть, вы могли получить неверный результат в таких случаях: `SELECT 9223372036854775807 > -1`. С версии 1.1.54134 поведение изменилось и стало математически корректным.

`equals`, оператор `a = b` и `a == b`

`notEquals`, оператор `a != b` и `a <> b`

`less`, оператор `<`

`greater`, оператор `>`

`lessOrEquals`, оператор `<=`

`greaterOrEquals`, оператор `>=`

## Логические функции

Логические функции принимают любые числовые типы, а возвращают число типа `UInt8`, равное 0 или 1.

Ноль в качестве аргумента считается "ложью", а любое ненулевое значение - "истиной".

`and`, оператор AND

`or`, оператор OR

`not`, оператор NOT

`xor`

## Функции преобразования типов

### Общие проблемы преобразования чисел

При преобразовании значения из одного типа в другой необходимо помнить, что в общем случае это небезопасная операция, которая может привести к потере данных. Потеря данных может произойти при попытке сконвертировать тип данных значения от большего к меньшему или при конвертировании между различными классами типов данных.

Поведение ClickHouse при конвертировании похоже на [поведение C++ программ](#).

`toInt(8|16|32|64)`

Преобразует входное значение к типу `Int`. Семейство функций включает:

- `toInt8(expr)` — возвращает значение типа `Int8`.

- `toInt16(expr)` — возвращает значение типа `Int16` .
- `toInt32(expr)` — возвращает значение типа `Int32` .
- `toInt64(expr)` — возвращает значение типа `Int64` .

## Параметры

- `expr` — [выражение](#) возвращающее число или строку с десятичным представлением числа. Бинарное, восьмеричное и шестнадцатеричное представление числа не поддержаны. Ведущие нули обрезаются.

## Возвращаемое значение

Целое число типа `Int8` , `Int16` , `Int32` или `Int64` .

Функции используют [округление к нулю](#), т.е. обрезают дробную часть числа.

Поведение функций для аргументов `Nan` и `Inf` не определено. При использовании функций помните о возможных проблемах при [преобразовании чисел](#).

## Пример

```
SELECT toInt64(nan), toInt32(32), toInt16('16'), toInt8(8.8)
```

<code>toInt64(nan)</code>	<code>toInt32(32)</code>	<code>toInt16('16')</code>	<code>toInt8(8.8)</code>
-9223372036854775808	32	16	8

## toInt(8|16|32|64)OrZero

Принимает аргумент типа `String` и пытается его распарсить в `Int(8|16|32|64)`. Если не удалось - возвращает 0.

## Пример

```
select toInt64OrZero('123123'), toInt8OrZero('123qwe123')
```

<code>toInt64OrZero('123123')</code>	<code>toInt8OrZero('123qwe123')</code>
123123	0

## toInt(8|16|32|64)OrNull

Принимает аргумент типа `String` и пытается его распарсить в `Int(8|16|32|64)`. Если не удалось - возвращает `NULL`.

## Пример

```
select toInt64OrNull('123123'), toInt8OrNull('123qwe123')
```

<code>toInt64OrNull('123123')</code>	<code>toInt8OrNull('123qwe123')</code>
123123	NULL

## toUInt(8|16|32|64)

Преобразует входное значение к типу [UInt](#). Семейство функций включает:

- `toUInt8(expr)` — возвращает значение типа `UInt8` .

- `toUInt16(expr)` — возвращает значение типа `UInt16` .
- `toUInt32(expr)` — возвращает значение типа `UInt32` .
- `toUInt64(expr)` — возвращает значение типа `UInt64` .

## Параметры

- `expr` — [выражение](#) возвращающее число или строку с десятичным представлением числа. Бинарное, восьмеричное и шестнадцатеричное представление числа не поддержаны. Ведущие нули обрезаются.

## Возвращаемое значение

Целое число типа `UInt8` , `UInt16` , `UInt32` или `UInt64` .

Функции используют [округление к нулю](#), т.е. обрезают дробную часть числа.

Поведение функций для аргументов `Nan` и `Inf` не определено. Если передать строку, содержащую отрицательное число, например `'-32'` , ClickHouse генерирует исключение. При использовании функций помните о возможных проблемах при [преобразовании чисел](#).

## Пример

```
SELECT toUInt64(nan), toUInt32(-32), toUInt16('16'), toUInt8(8.8)
```

toUInt64(nan)	toUInt32(-32)	toUInt16('16')	toUInt8(8.8)
9223372036854775808	4294967264	16	8

`toUInt(8|16|32|64)OrZero`

`toUInt(8|16|32|64)OrNull`

`toFloat(32|64)`

`toFloat(32|64)OrZero`

`toFloat(32|64)OrNull`

`toDate`

`toDateOrZero`

`toDateOrNull`

`toDateTime`

`toDateTimeOrZero`

`toDateTimeOrNull`

## toDecimal(32|64|128)

Преобразует `value` к типу данных [Decimal](#) с точностью `S`. `value` может быть числом или строкой. Параметр `S` (`scale`) задаёт число десятичных знаков.

- `toDecimal32(value, S)`
- `toDecimal64(value, S)`
- `toDecimal128(value, S)`

## toDecimal(32|64|128)OrNull

Преобразует входную строку в значение с типом данных [Nullable \(Decimal \(P, S\)\)](#). Семейство функций включает в себя:

- `toDecimal32OrNull(expr, S)` — Возвращает значение типа `Nullable(Decimal32(S))`.
- `toDecimal64OrNull(expr, S)` — Возвращает значение типа `Nullable(Decimal64(S))`.
- `toDecimal128OrNull(expr, S)` — Возвращает значение типа `Nullable(Decimal128(S))`.

Эти функции следует использовать вместо функций `toDecimal*()`, если при ошибке обработки входного значения вы хотите получать `NULL` вместо исключения.

### Параметры

- `expr` — [выражение](#), возвращающее значение типа [String](#). ClickHouse ожидает текстовое представление десятичного числа. Например, `'1.111'`.
- `S` — количество десятичных знаков в результирующем значении.

### Возвращаемое значение

Значение типа `Nullable(Decimal(P,S))`. Значение содержит:

- Число с `S` десятичными знаками, если ClickHouse распознал число во входной строке.
- `NULL`, если ClickHouse не смог распознать число во входной строке или входное число содержит больше чем `S` десятичных знаков.

### Примеры

```
SELECT toDecimal32OrNull(toString(-1.111), 5) AS val, toTypeName(val)
```

val	toTypeName(toDecimal32OrNull(toString(-1.111), 5))
-1.11100	Nullable(Decimal(9, 5))

```
SELECT toDecimal32OrNull(toString(-1.111), 2) AS val, toTypeName(val)
```

val	toTypeName(toDecimal32OrNull(toString(-1.111), 2))
NULL	Nullable(Decimal(9, 2))

## toDecimal(32|64|128)OrZero

Преобразует тип входного значения в [Decimal \(P, S\)](#). Семейство функций включает в себя:

- `toDecimal32OrZero( expr, S)` — возвращает значение типа `Decimal32(S)`.

- `toDecimal64OrZero(expr, S)` — возвращает значение типа `Decimal64(S)`.
- `toDecimal128OrZero(expr, S)` — возвращает значение типа `Decimal128(S)`.

Эти функции следует использовать вместо функций `toDecimal*`, если при ошибке обработки входного значения вы хотите получать `0` вместо исключения.

## Параметры

- `expr` — выражение, возвращающее значение типа `String`. ClickHouse ожидает текстовое представление десятичного числа. Например, `'1.111'`.
- `S` — количество десятичных знаков в результирующем значении.

## Возвращаемое значение

Значение типа `Nullable(Decimal(P,S))`. `P` равно числовой части имени функции. Например, для функции `toDecimal32OrZero`, `P = 32`. Значение содержит:

- Число с `S` десятичными знаками, если ClickHouse распознал число во входной строке.
- `0` с `S` десятичными знаками, если ClickHouse не смог распознать число во входной строке или входное число содержит больше чем `S` десятичных знаков.

## Пример

```
SELECT toDecimal32OrZero(toString(-1.111), 5) AS val, toTypeName(val)
```

val	toTypeName(toDecimal32OrZero(toString(-1.111), 5))
-1.11100	Decimal(9, 5)

```
SELECT toDecimal32OrZero(toString(-1.111), 2) AS val, toTypeName(val)
```

val	toTypeName(toDecimal32OrZero(toString(-1.111), 2))
0.00	Decimal(9, 2)

## toString

Функции преобразования между числами, строками (но не фиксированными строками), датами и датами-с-временем. Все эти функции принимают один аргумент.

При преобразовании в строку или из строки, производится форматирование или парсинг значения по тем же правилам, что и для формата TabSeparated (и почти всех остальных текстовых форматов). Если распарсить строку не удаётся - кидается исключение и выполнение запроса прерывается.

При преобразовании даты в число или наоборот, дате соответствует число дней от начала unix эпохи. При преобразовании даты-с-временем в число или наоборот, дате-с-временем соответствует число секунд от начала unix эпохи.

Форматы даты и даты-с-временем для функций `toDate/toDateTime` определены следующим образом:

YYYY-MM-DD
YYYY-MM-DD hh:mm:ss

В качестве исключения, если делается преобразование из числа типа `UInt32`, `Int32`, `UInt64`, `Int64` в Date, и если число больше или равно 65536, то число рассматривается как unix timestamp (а не как число дней) и округляется до даты. Это позволяет поддержать распространённый случай, когда пишут `toDate(unix_timestamp)`, что иначе

было бы ошибкой и требовало бы написания более громоздкого `toDate(toDateTime(unix_timestamp))`

Преобразование между датой и датой-с-временем производится естественным образом: добавлением нулевого времени или отбрасыванием времени.

Преобразование между числовыми типами производится по тем же правилам, что и присваивание между разными числовыми типами в C++.

Дополнительно, функция `toString` от аргумента типа `DateTime` может принимать второй аргумент `String` - имя тайм-зоны. Пример: `'Asia/Yekaterinburg'` В этом случае, форматирование времени производится согласно указанной тайм-зоне.

```
SELECT
now() AS now_local,
toString(now(), 'Asia/Yekaterinburg') AS now_yekat
```

now_local	now_yekat
2016-06-15 00:11:21	2016-06-15 02:11:21

Также смотрите функцию `toUnixTimestamp`.

## toFixedString(s, N)

Преобразует аргумент типа `String` в тип `FixedString(N)` (строку фиксированной длины `N`). `N` должно быть константой. Если строка имеет меньше байт, чем `N`, то она дополняется нулевыми байтами справа. Если строка имеет больше байт, чем `N` - кидается исключение.

## toStringCutToZero(s)

Принимает аргумент типа `String` или `FixedString`. Возвращает `String`, вырезая содержимое строки до первого найденного нулевого байта.

Пример:

```
SELECT toFixedString('foo', 8) AS s, toStringCutToZero(s) AS s_cut
```

s	s_cut
foo\0\0\0\0	foo

```
SELECT toFixedString("foo\0bar", 8) AS s, toStringCutToZero(s) AS s_cut
```

s	s_cut
foo\0bar\0	foo

## reinterpretAsUInt(8|16|32|64)

## reinterpretAsInt(8|16|32|64)

## reinterpretAsFloat(32|64)

## reinterpretAsDate

## reinterpretAsDateTime

Функции принимают строку и интерпретируют байты, расположенные в начале строки, как число в host order (little endian). Если строка имеет недостаточную длину, то функции работают так, как будто строка дополнена необходимым количеством нулевых байт. Если строка длиннее, чем нужно, то лишние байты игнорируются. Дата интерпретируется, как число дней с начала unix-эпохи, а дата-с-временем - как число секунд с начала unix-эпохи.

## reinterpretAsString

Функция принимает число или дату или дату-с-временем и возвращает строку, содержащую байты, представляющие соответствующее значение в host order (little endian). При этом, отбрасываются нулевые байты с конца. Например, значение 255 типа UInt32 будет строкой длины 1 байт.

## CAST(x, t)

Преобразует x в тип данных t. Поддерживается также синтаксис CAST(x AS t).

Пример:

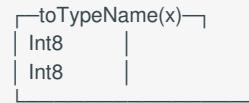
```
SELECT
    '2016-06-15 23:00:00' AS timestamp,
    CAST(timestamp AS DateTime) AS datetime,
    CAST(timestamp AS Date) AS date,
    CAST(timestamp, 'String') AS string,
    CAST(timestamp, 'FixedString(22)') AS fixed_string
```

timestamp	datetime	date	string	fixed_string
2016-06-15 23:00:00	2016-06-15 23:00:00	2016-06-15	2016-06-15 23:00:00	2016-06-15 23:00:00\0\0\0

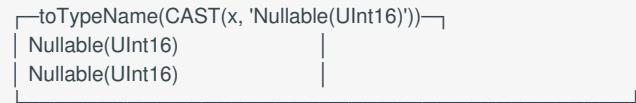
Преобразование в FixedString(N) работает только для аргументов типа String или FixedString(N).

Поддержано преобразование к типу [Nullable](#) и обратно. Пример:

```
SELECT toTypeName(x) FROM t_null
```



```
SELECT toTypeName(CAST(x, 'Nullable(UInt16)')) FROM t_null
```



## toInterval(Year|Quarter|Month|Week|Day|Hour|Minute|Second)

Приводит аргумент из числового типа данных к типу данных [IntervalType](#).

## Синтаксис

```
toIntervalSecond(number)
toIntervalMinute(number)
toIntervalHour(number)
toIntervalDay(number)
toIntervalWeek(number)
toIntervalMonth(number)
toIntervalQuarter(number)
toIntervalYear(number)
```

## Параметры

- `number` — длительность интервала. Положительное целое число.

## Возвращаемые значения

- Значение с типом данных `Interval`.

## Пример

```
WITH
toDate('2019-01-01') AS date,
INTERVAL 1 WEEK AS interval_week,
toIntervalWeek(1) AS interval_to_week
SELECT
date + interval_week,
date + interval_to_week
```

```
plus(date, interval_week)---plus(date, interval_to_week)---
2019-01-08 | 2019-01-08 |
```

## Функции для работы с датами и временем

### Поддержка часовых поясов

Все функции по работе с датой и временем, для которых это имеет смысл, могут принимать второй, необязательный аргумент - имя часового пояса. Пример: `Asia/Yekaterinburg`. В этом случае, они используют не локальный часовой пояс (по умолчанию), а указанный.

```
SELECT
toDateTime('2016-06-15 23:00:00') AS time,
toDate(time) AS date_local,
toDate(time, 'Asia/Yekaterinburg') AS date_yekat,
toString(time, 'US/Samoa') AS time_samoa
```

```
time---date_local---date_yekat---time_samoa---
2016-06-15 23:00:00 | 2016-06-15 | 2016-06-16 | 2016-06-15 09:00:00 |
```

Поддерживаются только часовые пояса, отличающиеся от UTC на целое число часов.

## toYear

Переводит дату или дату-с-временем в число типа `UInt16`, содержащее номер года (AD).

## toMonth

Переводит дату или дату-с-временем в число типа UInt8, содержащее номер месяца (1-12).

## toDayOfMonth

Переводит дату или дату-с-временем в число типа UInt8, содержащее номер дня в месяце (1-31).

## toDayOfWeek

Переводит дату или дату-с-временем в число типа UInt8, содержащее номер дня в неделе (понедельник - 1, воскресенье - 7).

## toHour

Переводит дату-с-временем в число типа UInt8, содержащее номер часа в сутках (0-23). Функция исходит из допущения, что перевод стрелок вперёд, если осуществляется, то на час, в два часа ночи, а перевод стрелок назад, если осуществляется, то на час, в три часа ночи (что, в общем, не верно - даже в Москве два раза перевод стрелок был осуществлён в другое время).

## toMinute

Переводит дату-с-временем в число типа UInt8, содержащее номер минуты в часе (0-59).

## toSecond

Переводит дату-с-временем в число типа UInt8, содержащее номер секунды в минуте (0-59). Секунды координации не учитываются.

## toStartOfYear

Округляет дату или дату-с-временем вниз до первого дня года. Возвращается дата.

## toStartOfQuarter

Округляет дату или дату-с-временем вниз до первого дня квартала. Первый день квартала - это одно из 1 января, 1 апреля, 1 июля, 1 октября. Возвращается дата.

## toStartOfMonth

Округляет дату или дату-с-временем вниз до первого дня месяца. Возвращается дата.

### ⚠ Attention

Возвращаемое значение для некорректных дат зависит от реализации. ClickHouse может вернуть нулевую дату, выбросить исключение, или выполнить "естественное" перетекание дат между месяцами.

## toMonday

Округляет дату или дату-с-временем вниз до ближайшего понедельника. Возвращается дата.

## toStartOfDay

Округляет дату-с-временем вниз до начала дня. Возвращается дата-с-временем.

## toStartOfDay

Округляет дату-с-временем вниз до начала часа.

## toStartOfHour

Округляет дату-с-временем вниз до начала минуты.

## toStartOfMinute

Округляет дату-с-временем вниз до начала пятиминутного интервала.

## toStartOfFiveMinute

Округляет дату-с-временем вниз до начала десятиминутного интервала.

## toStartOfTenMinutes

Округляет дату-с-временем вниз до начала пятнадцатиминутного интервала.

## toStartOfFifteenMinutes

Округляет дату-с-временем вниз до начала тридцатиминутного интервала.

## toStartOfInterval(time\_or\_data, INTERVAL x unit [, time\_zone])

Обобщение остальных функций `toStartOf*`. Например,

`toStartOfInterval(t, INTERVAL 1 year)` возвращает то же самое, что и `toStartOfYear(t)` ,  
`toStartOfInterval(t, INTERVAL 1 month)` возвращает то же самое, что и `toStartOfMonth(t)` ,  
`toStartOfInterval(t, INTERVAL 1 day)` возвращает то же самое, что и `toStartOfDay(t)` ,  
`toStartOfInterval(t, INTERVAL 15 minute)` возвращает то же самое, что и `toStartOfFifteenMinutes(t)` , и т.п.

## toTime

Переводит дату-с-временем на некоторую фиксированную дату, сохраняя при этом время.

## toRelativeYearNum

Переводит дату-с-временем или дату в номер года, начиная с некоторого фиксированного момента в прошлом.

## toRelativeMonthNum

Переводит дату-с-временем или дату в номер месяца, начиная с некоторого фиксированного момента в прошлом.

## toRelativeWeekNum

Переводит дату-с-временем или дату в номер недели, начиная с некоторого фиксированного момента в прошлом.

## toRelativeDayNum

Переводит дату-с-временем или дату в номер дня, начиная с некоторого фиксированного момента в прошлом.

## toRelativeHourNum

Переводит дату-с-временем в номер часа, начиная с некоторого фиксированного момента в прошлом.

## toRelativeMinuteNum

Переводит дату-с-временем в номер минуты, начиная с некоторого фиксированного момента в прошлом.

## toRelativeSecondNum

Переводит дату-с-временем в номер секунды, начиная с некоторого фиксированного момента в прошлом.

## now

Принимает ноль аргументов и возвращает текущее время на один из моментов выполнения запроса. Функция возвращает константу, даже если запрос выполнялся долго.

## today

Принимает ноль аргументов и возвращает текущую дату на один из моментов выполнения запроса. То же самое, что toDate(now())

## yesterday

Принимает ноль аргументов и возвращает вчерашнюю дату на один из моментов выполнения запроса. Делает то же самое, что today() - 1.

## timeSlot

Округляет время до получаса. Эта функция является специфичной для Яндекс.Метрики, так как пол часа - минимальное время, для которого, если соседние по времени хиты одного посетителя на одном счётчике отстоят друг от друга строго более, чем на это время, визит может быть разбит на два визита. То есть, кортежи (номер счётчика, идентификатор посетителя, тайм-слот) могут использоваться для поиска хитов, входящих в соответствующий визит.

## timeSlots(StartTime, Duration[, Size])

Для интервала времени, начинающегося в 'StartTime' и продолжающегося 'Duration' секунд, возвращает массив моментов времени, состоящий из округлений вниз до 'Size' точек в секундах из этого интервала. 'Size' - необязательный параметр, константный UInt32, по умолчанию равен 1800.

Например, timeSlots(toDateTime('2012-01-01 12:20:00'), toUInt32(600)) = [toDate('2012-01-01 12:00:00'), toDate('2012-01-01 12:30:00')] . Это нужно для поиска хитов, входящих в соответствующий визит.

## formatDateTime(Time, Format[, Timezone])

Функция преобразования даты-с-временем в String согласно заданному шаблону. Важно - шаблон является константным выражением, т.е. невозможно использование разных шаблонов в одной колонке.

Поддерживаемые модификаторы в шаблоне Format: (колонка "Пример" показана для времени 2018-01-02 22:33:44 )

Модификатор	Описание	Пример
%C	номер года, поделённый на 100 (00-99)	20
%d	день месяца, с ведущим нулём (01-31)	02
%D	короткая запись %m/%d/%y	01/02/18
%e	день месяца, с ведущим пробелом (1-31)	2
%F	короткая запись %Y-%m-%d	2018-01-02
%H	час в 24-часовом формате (00-23)	22
%I	час в 12-часовом формате (01-12)	10
%j	номер дня в году, с ведущими нулями (001-366)	002
%m	месяц, с ведущим нулём (01-12)	01
%M	минуты, с ведущим нулём (00-59)	33
%n	символ переноса строки ('\n')	
%p	обозначения AM или PM	PM
%R	короткая запись %H:%M	22:33
%S	секунды, с ведущими нулями (00-59)	44
%t	символ табуляции ('\t')	
%T	формат времени ISO 8601, одинаковый с %H:%M:%S	22:33:44
%u	номер дня недели согласно ISO 8601, понедельник - 1, воскресенье - 7	2
%V	номер недели согласно ISO 8601 (01-53)	01
%w	номер дня недели, начиная с воскресенья (0-6)	2
%y	год, последние 2 цифры (00-99)	18
%Y	год, 4 цифры	2018
%%	символ %	%

## Функции для работы со строками

### empty

Возвращает 1 для пустой строки, и 0 для непустой строки. Тип результата - UInt8. Стока считается непустой, если содержит хотя бы один байт, пусть даже это пробел или нулевой байт. Функция также работает для массивов.

### notEmpty

Возвращает 0 для пустой строки, и 1 для непустой строки. Тип результата - UInt8. Функция также работает для массивов.

## length

Возвращает длину строки в байтах (не символах, не кодовых точках). Тип результата - UInt64. Функция также работает для массивов.

## lengthUTF8

Возвращает длину строки в кодовых точках Unicode (не символах), при допущении, что строка содержит набор байт, являющийся текстом в кодировке UTF-8. Если допущение не выполнено - то возвращает какой-нибудь результат (не кидает исключение). Тип результата - UInt64.

## lower

Переводит ASCII-символы латиницы в строке в нижний регистр.

## upper

Переводит ASCII-символы латиницы в строке в верхний регистр.

## lowerUTF8

Переводит строку в нижний регистр, при допущении, что строка содержит набор байт, представляющий текст в кодировке UTF-8. Не учитывает язык. То есть, для турецкого языка, результат может быть не совсем верным. Если длина UTF-8 последовательности байт различна для верхнего и нижнего регистра кодовой точки, то для этой кодовой точки, результат работы может быть некорректным. Если строка содержит набор байт, не являющийся UTF-8, то поведение не определено.

## upperUTF8

Переводит строку в верхний регистр, при допущении, что строка содержит набор байт, представляющий текст в кодировке UTF-8. Не учитывает язык. То есть, для турецкого языка, результат может быть не совсем верным. Если длина UTF-8 последовательности байт различна для верхнего и нижнего регистра кодовой точки, то для этой кодовой точки, результат работы может быть некорректным. Если строка содержит набор байт, не являющейся UTF-8, то поведение не определено.

## isValidUTF8

Возвращает 1, если набор байт является корректным в кодировке UTF-8, 0 иначе.

## toValidUTF8

Заменяет некорректные символы UTF-8 на символ ♦ (U+FFFD). Все идущие подряд некорректные символы схлопываются в один заменяющий символ.

```
toValidUTF8( input_string )
```

Параметры:

- `input_string` — произвольный набор байтов, представленный как объект типа [String](#).

Возвращаемое значение: Корректная строка UTF-8.

## Пример

```
SELECT toValidUTF8('\x61\xF0\x80\x80\x80b')
```

```
toValidUTF8('a♦♦♦♦b')  
a♦b
```

## repeat

Повторяет строку определенное количество раз и объединяет повторяемые значения в одну строку.

### Синтаксис

```
repeat(s, n)
```

### Параметры

- `s` — Стока для повторения. [String](#).
- `n` — Количество повторов. [UInt](#).

### Возвращаемое значение

Строка, состоящая из повторений `n` раз исходной строки `s`. Если `n < 1`, то функция вернет пустую строку.

Тип: [String](#).

## Пример

Запрос:

```
SELECT repeat('abc', 10)
```

Ответ:

```
repeat('abc', 10)  
abcabcabcabcabcabcabcabcabc |
```

## reverse

Разворачивает строку (как последовательность байт).

## reverseUTF8

Разворачивает последовательность кодовых точек Unicode, при допущении, что строка содержит набор байт, представляющий текст в кодировке UTF-8. Иначе - что-то делает (не кидает исключение).

## format(pattern, s0, s1, ...)

Форматирует константный шаблон со строками, перечисленными в аргументах. `pattern` -- упрощенная версия шаблона в языке Python. Шаблон содержит "заменяющие поля", которые окружены фигурными скобками `{}`. Всё,

что не содержится в скобках, интерпретируется как обычный текст и просто копируется. Если нужно использовать символ фигурной скобки, можно экранировать двойной скобкой `{} или {{}}`. Имя полей могут быть числами (нумерация с нуля) или пустыми (тогда они интерпретируются как последовательные числа).

```
SELECT format('{1} {0} {1}', 'World', 'Hello')
```

```
format('{1} {0} {1}', 'World', 'Hello')  
Hello World Hello
```

```
SELECT format('{} {}', 'Hello', 'World')
```

```
format('{} {}', 'Hello', 'World')  
Hello World
```

`concat(s1, s2, ...)`

Склепивает строки, перечисленные в аргументах, без разделителей.

`substring(s, offset, length)`

Возвращает подстроку, начиная с байта по индексу `offset`, длины `length` байт. Индексация символов - начиная с единицы (как в стандартном SQL). Аргументы `offset` и `length` должны быть константами.

`substringUTF8(s, offset, length)`

Так же, как `substring`, но для кодовых точек Unicode. Работает при допущении, что строка содержит набор байт, представляющий текст в кодировке UTF-8. Если допущение не выполнено - то возвращает какой-нибудь результат (не кидает исключение).

`appendTrailingCharIfAbsent(s, c)`

Если строка `s` непустая и не содержит символ `c` на конце, то добавляет символ `c` в конец.

`convertCharset(s, from, to)`

Возвращает сконвертированную из кодировки `from` в кодировку `to` строку `s`.

`base64Encode(s)`

Производит кодирование строки `s` в base64-представление.

`base64Decode(s)`

Декодирует base64-представление `s` в исходную строку. При невозможности декодирования выбрасывает исключение

`tryBase64Decode(s)`

Функционал аналогичен `base64Decode`, но при невозможности декодирования возвращает пустую строку.

## endsWith(s, suffix)

Возвращает 1, если строка завершается указанным суффиксом, и 0 в противном случае.

## startsWith(str, prefix)

Возвращает 1, если строка начинается указанным префиксом, в противном случае 0.

```
SELECT startsWith('Spider-Man', 'Spi');
```

Возвращаемые значения

- 1, если строка начинается указанным префиксом.
- 0, если строка не начинается указанным префиксом.

Пример

Запрос:

```
SELECT startsWith('Hello, world!', 'He');
```

Ответ:

```
—startsWith('Hello, world!', 'He')—  
1 |
```

## trim

Удаляет все указанные символы с начала или окончания строки. По умолчанию удаляет все последовательные вхождения обычных пробелов (32 символ ASCII) с обоих концов строки.

Синтаксис

```
trim([[LEADING|TRAILING|BOTH] trim_character FROM] input_string)
```

Параметры

- `trim_character` — один или несколько символов, подлежащие удалению. [String](#).
- `input_string` — строка для обрезки. [String](#).

Возвращаемое значение

Исходную строку после обрезки с левого и (или) правого концов строки.

Тип: [String](#).

Пример

Запрос:

```
SELECT trim(BOTH '()' FROM '( Hello, world! )')
```

Ответ:

```
└─trim(BOTH ' ') FROM '( Hello, world! )')─  
Hello, world!
```

## trimLeft

Удаляет все последовательные вхождения обычных пробелов (32 символ ASCII) с левого конца строки. Не удаляет другие виды пробелов (табуляция, пробел без разрыва и т. д.).

### Синтаксис

```
trimLeft(input_string)
```

Алиас: ltrim(input\_string) .

### Параметры

- `input_string` — строка для обрезки. [String](#).

### Возвращаемое значение

Исходную строку без общих пробельных символов слева.

Тип: [String](#) .

### Пример

Запрос:

```
SELECT trimLeft(' Hello, world! ')
```

Ответ:

```
└─trimLeft(' Hello, world! ')─  
Hello, world!
```

## trimRight

Удаляет все последовательные вхождения обычных пробелов (32 символ ASCII) с правого конца строки. Не удаляет другие виды пробелов (табуляция, пробел без разрыва и т. д.).

### Синтаксис

```
trimRight(input_string)
```

Алиас: rtrim(input\_string) .

### Параметры

- `input_string` — строка для обрезки. [String](#).

### Возвращаемое значение

Исходную строку без общих пробельных символов справа.

Тип: [String](#) .

Пример

Запрос:

```
SELECT trimRight('Hello, world! ')
```

Ответ:

```
trimRight('Hello, world! ')  
Hello, world!
```

## trimBoth

Удаляет все последовательные вхождения обычных пробелов (32 символ ASCII) с обоих концов строки. Не удаляет другие виды пробелов (табуляция, пробел без разрыва и т. д.).

Синтаксис

```
trimBoth(input_string)
```

Алиас: `trim(input_string)`.

Параметры

- `input_string` — строка для обрезки. [String](#).

Возвращаемое значение

Исходную строку без общих пробельных символов с обоих концов строки.

Тип: [String](#).

Пример

Запрос:

```
SELECT trimBoth('Hello, world! ')
```

Ответ:

```
trimBoth('Hello, world! ')  
Hello, world!
```

## CRC32(s)

Возвращает чексумму CRC32 данной строки, используется CRC-32-IEEE 802.3 многочлен и начальным значением 0xffffffff (т.к. используется реализация из zlib).

Тип результата - UInt32.

## CRC32IEEE(s)

Возвращает чексумму CRC32 данной строки, используется CRC-32-IEEE 802.3 многочлен.

Тип результата - UInt32.

## CRC64(s)

Возвращает чексумму CRC64 данной строки, используется CRC-64-ECMA многочлен.

Тип результата - UInt64.

## Функции поиска в строках

Во всех функциях, поиск регистрозависимый по умолчанию. Существуют варианты функций для регистрационезависимого поиска.

### position(haystack, needle)

Поиск подстроки `needle` в строке `haystack`. Возвращает позицию (в байтах) найденной подстроки, начиная с 1, или 0, если подстрока не найдена.

Для поиска без учета регистра используйте функцию `positionCaseInsensitive`.

### positionUTF8(haystack, needle)

Так же, как `position`, но позиция возвращается в кодовых точках Unicode. Работает при допущении, что строка содержит набор байт, представляющий текст в кодировке UTF-8. Если допущение не выполнено -- то возвращает какой-нибудь результат (не кидает исключение).

Для поиска без учета регистра используйте функцию `positionCaseInsensitiveUTF8`.

### multiSearchAllPositions(haystack, [needle<sub>1</sub>, needle<sub>2</sub>, ..., needle<sub>n</sub>])

Так же, как и `position`, только возвращает Array первых вхождений.

Для поиска без учета регистра и/или в кодировке UTF-8 используйте функции `multiSearchAllPositionsCaseInsensitive`, `multiSearchAllPositionsUTF8`, `multiSearchAllPositionsCaseInsensitiveUTF8`.

### multiSearchFirstPosition(haystack, [needle<sub>1</sub>, needle<sub>2</sub>, ..., needle<sub>n</sub>])

Так же, как и `position`, только возвращает оффсет первого вхождения любого из needles.

Для поиска без учета регистра и/или в кодировке UTF-8 используйте функции `multiSearchFirstPositionCaseInsensitive`, `multiSearchFirstPositionUTF8`, `multiSearchFirstPositionCaseInsensitiveUTF8`.

### multiSearchFirstIndex(haystack, [needle<sub>1</sub>, needle<sub>2</sub>, ..., needle<sub>n</sub>])

Возвращает индекс i (нумерация с единицы) первой найденной строки `needlei` в строке `haystack` и 0 иначе.

Для поиска без учета регистра и/или в кодировке UTF-8 используйте функции `multiSearchFirstIndexCaseInsensitive`, `multiSearchFirstIndexUTF8`, `multiSearchFirstIndexCaseInsensitiveUTF8`.

### multiSearchAny(haystack, [needle<sub>1</sub>, needle<sub>2</sub>, ..., needle<sub>n</sub>])

Возвращает 1, если хотя бы одна подстрока `needlei` нашлась в строке `haystack` и 0 иначе.

Для поиска без учета регистра и/или в кодировке UTF-8 используйте функции `multiSearchAnyCaseInsensitive`, `multiSearchAnyUTF8`, `multiSearchAnyCaseInsensitiveUTF8`.

### Примечание

Во всех функциях `multiSearch*` количество `needles` должно быть меньше  $2^8$  из-за особенностей реализации.

## `match(haystack, pattern)`

Проверка строки на соответствие регулярному выражению `pattern`. Регулярное выражениe2. Синтаксис регулярных выражений `re2` является более ограниченным по сравнению с регулярными выражениями Perl ([подробнее](#)). Возвращает 0 (если не соответствует) или 1 (если соответствует).

Обратите внимание, что для экранирования в регулярном выражении, используется символ `\` (обратный слеш). Этот же символ используется для экранирования в строковых литералах. Поэтому, чтобы экранировать символ в регулярном выражении, необходимо написать в строковом литерале `\` (два обратных слеша).

Регулярное выражение работает со строкой как с набором байт. Регулярное выражение не может содержать нулевые байты. Для шаблонов на поиск подстроки в строке, лучше используйте `LIKE` или `position`, так как они работают существенно быстрее.

## `multiMatchAny(haystack, [pattern1, pattern2, ..., patternn])`

То же, что и `match`, но возвращает ноль, если ни одно регулярное выражение не подошло и один, если хотя бы одно. Используется библиотека [hyperscan](#) для соответствия регулярных выражений. Для шаблонов на поиск многих подстрок в строке, лучше используйте `multiSearchAny`, так как она работает существенно быстрее.

### Примечание

Длина любой строки из `haystack` должна быть меньше  $2^{32}$  байт, иначе бросается исключение. Это ограничение связано с ограничением hyperscan API.

## `multiMatchAnyIndex(haystack, [pattern1, pattern2, ..., patternn])`

То же, что и `multiMatchAny`, только возвращает любой индекс подходящего регулярного выражения.

## `multiMatchAllIndices(haystack, [pattern1, pattern2, ..., patternn])`

То же, что и `multiMatchAny`, только возвращает массив всех индексов всех подходящих регулярных выражений в любом порядке.

## `multiFuzzyMatchAny(haystack, distance, [pattern1, pattern2, ..., patternn])`

То же, что и `multiMatchAny`, но возвращает 1 если любой `pattern` соответствует `haystack` в пределах константного [редакционного расстояния](#). Эта функция также находится в экспериментальном режиме и может быть очень медленной. За подробностями обращайтесь к [документации hyperscan](#).

## `multiFuzzyMatchAnyIndex(haystack, distance, [pattern1, pattern2, ..., patternn])`

То же, что и `multiFuzzyMatchAny`, только возвращает любой индекс подходящего регулярного выражения в пределах константного редакционного расстояния.

## `multiFuzzyMatchAllIndices(haystack, distance, [pattern1, pattern2, ..., patternn])`

То же, что и `multiFuzzyMatchAny`, только возвращает массив всех индексов всех подходящих регулярных

выражений в любом порядке в пределах константного редакционного расстояния.

#### Примечание

multiFuzzyMatch\* функции не поддерживают UTF-8 закодированные регулярные выражения, и такие выражения рассматриваются как байтовые из-за ограничения hyperscan.

#### Примечание

Чтобы выключить все функции, использующие hyperscan, используйте настройку `SET allow_hyperscan = 0;`.

## extract(haystack, pattern)

Извлечение фрагмента строки по регулярному выражению. Если haystack не соответствует регулярному выражению pattern, то возвращается пустая строка. Если регулярное выражение не содержит subpattern-ов, то вынимается фрагмент, который подпадает под всё регулярное выражение. Иначе вынимается фрагмент, который подпадает под первый subpattern.

## extractAll(haystack, pattern)

Извлечение всех фрагментов строки по регулярному выражению. Если haystack не соответствует регулярному выражению pattern, то возвращается пустая строка. Возвращается массив строк, состоящий из всех соответствий регулярному выражению. В остальном, поведение аналогично функции extract (по прежнему, вынимается первый subpattern, или всё выражение, если subpattern-а нет).

## like(haystack, pattern), оператор haystack LIKE pattern

Проверка строки на соответствие простому регулярному выражению. Регулярное выражение может содержать метасимволы `%` и `_`.

`%` обозначает любое количество любых байт (в том числе, нулевое количество символов).

`_` обозначает один любой байт.

Для экранирования метасимволов, используется символ `\` (обратный слеш). Смотрите замечание об экранировании в описании функции match.

Для регулярных выражений вида `%needle%` действует более оптимальный код, который работает также быстро, как функция `position`. Для остальных регулярных выражений, код аналогичен функции match.

## notLike(haystack, pattern), оператор haystack NOT LIKE pattern

То же, что like, но с отрицанием.

## ngramDistance(haystack, needle)

Вычисление 4-граммного расстояния между haystack и needle : считается симметрическая разность между двумя мультимножествами 4-грамм и нормализуется на сумму их мощностей. Возвращает число float от 0 до 1 -- чем ближе к нулю, тем больше строки похожи друг на друга. Если константный needle или haystack больше чем 32КБ, кидается исключение. Если некоторые строки из неконстантного haystack или needle больше 32КБ, расстояние всегда равно единице.

Для поиска без учета регистра и/или в формате UTF-8 используйте функции ngramDistanceCaseInsensitive,

ngramDistanceUTF8, ngramDistanceCaseInsensitiveUTF8 .

## ngramSearch(haystack, needle)

То же, что и `ngramDistance`, но вычисляет несимметричную разность между `needle` и `haystack` -- количество n-грамм из `needle` минус количество общих n-грамм, нормированное на количество n-грамм из `needle`. Чем ближе результат к единице, тем вероятнее, что `needle` внутри `haystack`. Может быть использовано для приближенного поиска.

Для поиска без учета регистра и/или в формате UTF-8 используйте функции `ngramSearchCaseInsensitive`, `ngramSearchUTF8`, `ngramSearchCaseInsensitiveUTF8`.

### Примечание

Для случая UTF-8 мы используем триграммное расстояние. Вычисление n-граммного расстояния не совсем честное. Мы используем 2-х байтные хэши для хэширования n-грамм, а затем вычисляем (не)симметрическую разность между хэш таблицами -- могут возникнуть коллизии. В формате UTF-8 без учета регистра мы не используем честную функцию `tolower` -- мы обнуляем 5-й бит (нумерация с нуля) каждого байта кодовой точки, а также первый бит нулевого байта, если байтов больше 1 -- это работает для латиницы и почти для всех кириллических букв.

## Функции поиска и замены в строках

### replaceOne(haystack, pattern, replacement)

Замена первого вхождения, если такое есть, подстроки `pattern` в `haystack` на подстроку `replacement`. Здесь и далее, `pattern` и `replacement` должны быть константами.

### replaceAll(haystack, pattern, replacement)

Замена всех вхождений подстроки `pattern` в `haystack` на подстроку `replacement`.

### replaceRegexpOne(haystack, pattern, replacement)

Замена по регулярному выражению `pattern`. Регулярное выражение `re2`. Заменяется только первое вхождение, если есть. В качестве `replacement` может быть указан шаблон для замен. Этот шаблон может включать в себя подстановки `\0-\9`. Подстановка `\0` - вхождение регулярного выражения целиком. Подстановки `\1-\9` - соответствующие по номеру `subpattern`-ы. Для указания символа `\` в шаблоне, он должен быть экранирован с помощью символа `\`. Также помните о том, что строковый литерал требует ещё одно экранирование.

Пример 1. Переведём дату в американский формат:

```
SELECT DISTINCT
  EventDate,
  replaceRegexpOne(toString(EventDate), '(\d{4})-(\d{2})-(\d{2})', '\2/\3/\1') AS res
FROM test.hits
LIMIT 7
FORMAT TabSeparated
```

2014-03-17	03/17/2014
2014-03-18	03/18/2014
2014-03-19	03/19/2014
2014-03-20	03/20/2014
2014-03-21	03/21/2014
2014-03-22	03/22/2014
2014-03-23	03/23/2014

Пример 2. Размножить строку десять раз:

```
SELECT replaceRegexpOne('Hello, World!', '*', '\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0') AS res
```

res

```
Hello, World!Hello, World!
```

## replaceRegexpAll(haystack, pattern, replacement)

То же самое, но делается замена всех вхождений. Пример:

```
SELECT replaceRegexpAll('Hello, World!', '.', '\\0\\0') AS res
```

res

```
HHeelllloo,, WWoorrlldd!!
```

В качестве исключения, если регулярное выражение сработало на пустой подстроке, то замена делается не более одного раза. Пример:

```
SELECT replaceRegexpAll('Hello, World!', '^', 'here: ') AS res
```

res

```
here: Hello, World!
```

## Условные функции

`if(cond, then, else)`, оператор `cond ? then : else`

Возвращает `then`, если `cond != 0` или `else`, если `cond = 0`. `cond` должно иметь тип `UInt8`, а `then` и `else` должны иметь тип, для которого есть наименьший общий тип.

`then` и `else` могут быть `NULL`

## multilf

Позволяет более компактно записать оператор `CASE` в запросе.

```
multilf(cond_1, then_1, cond_2, then_2...else)
```

### Параметры

- `cond_N` — Условие, при выполнении которого функция вернёт `then_N`.
- `then_N` — Результат функции при выполнении.
- `else` — Результат функции, если ни одно из условий не выполнено.

Функция принимает  $2N+1$  параметров.

### Возвращаемые значения

Функция возвращает одно из значений `then_N` или `else`, в зависимости от условий `cond_N`.

Пример

Рассмотрим таблицу

x	y
1	NULL
2	3

Выполним запрос `SELECT multilf(isNull(y), x, less(y, 3), y, NULL) FROM t_null`. Результат:

multilf(isNull(y), x, less(y, 3), y, NULL)
1 NULL

## Математические функции

Все функции возвращают число типа `Float64`. Точность результата близка к максимально возможной, но результат может не совпадать с наиболее близким к соответствующему вещественному числу машинно представимым числом.

`e()`

Возвращает число типа `Float64`, близкое к числу  $e$ .

`pi()`

Возвращает число типа `Float64`, близкое к числу  $\pi$ .

`exp(x)`

Принимает числовой аргумент, возвращает число типа `Float64`, близкое к экспоненте от аргумента.

`log(x)`

Принимает числовой аргумент, возвращает число типа `Float64`, близкое к натуральному логарифму от аргумента.

`exp2(x)`

Принимает числовой аргумент, возвращает число типа `Float64`, близкое к 2 в степени  $x$ .

`log2(x)`

Принимает числовой аргумент, возвращает число типа `Float64`, близкое к двоичному логарифму от аргумента.

`exp10(x)`

Принимает числовой аргумент, возвращает число типа `Float64`, близкое к 10 в степени  $x$ .

`log10(x)`

Принимает числовой аргумент, возвращает число типа Float64, близкое к десятичному логарифму от аргумента.

### **sqrt(x)**

Принимает числовой аргумент, возвращает число типа Float64, близкое к квадратному корню от аргумента.

### **cbrt(x)**

Принимает числовой аргумент, возвращает число типа Float64, близкое к кубическому корню от аргумента.

### **erf(x)**

Если  $x$  неотрицательно, то  $\text{erf}(x / \sigma\sqrt{2})$  - вероятность того, что случайная величина, имеющая нормальное распределение со среднеквадратичным отклонением  $\sigma$ , принимает значение, отстоящее от мат. ожидания больше чем на  $x$ .

Пример (правило трёх сигм):

```
SELECT erf(3 / sqrt(2))
```

```
erf(divide(3, sqrt(2)))—  
0.9973002039367398 |
```

### **erfc(x)**

Принимает числовой аргумент, возвращает число типа Float64, близкое к  $1 - \text{erf}(x)$ , но без потери точности для больших  $x$ .

### **lgamma(x)**

Логарифм от гамма функции.

### **tgamma(x)**

Гамма функция.

### **sin(x)**

Синус.

### **cos(x)**

Косинус.

### **tan(x)**

Тангенс.

### **asin(x)**

Арксинус.

$\text{acos}(x)$

Арккосинус.

$\text{atan}(x)$

Арктангенс.

$\text{pow}(x, y)$

Принимает два числовых аргумента  $x$  и  $y$ . Возвращает число типа Float64, близкое к  $x$  в степени  $y$ .

## Функции округления

$\text{floor}(x[, N])$

Возвращает наибольшее круглое число, которое меньше или равно, чем  $x$ . Круглым называется число, кратное  $1 / 10N$  или ближайшее к нему число соответствующего типа данных, если  $1 / 10N$  не представимо точно.  $N$  - целочисленная константа, не обязательный параметр. По умолчанию - ноль, что означает - округлять до целого числа.  $N$  может быть отрицательным.

Примеры:  $\text{floor}(123.45, 1) = 123.4$ ,  $\text{floor}(123.45, -1) = 120$ .

$x$  - любой числовой тип. Результат - число того же типа. Для целочисленных аргументов имеет смысл округление с отрицательным значением  $N$  (для неотрицательных  $N$ , функция ничего не делает). В случае переполнения при округлении (например,  $\text{floor}(-128, -1)$ ), возвращается implementation specific результат.

$\text{ceil}(x[, N])$

Возвращает наименьшее круглое число, которое больше или равно, чем  $x$ . В остальном, аналогично функции  $\text{floor}$ , см. выше.

$\text{round}(x[, N])$

Округляет значение до указанного десятичного разряда.

Функция возвращает ближайшее значение указанного порядка. В случае, когда заданное число равноудалено от чисел необходимого порядка, функция возвращает то из них, которое имеет ближайшую чётную цифру (банковское округление).

```
round(expression [, decimal_places])
```

Параметры:

- `expression` — Число для округления. Может быть любым выражением, возвращающим числовой тип данных.
- `decimal-places` — Целое значение.
  - Если `decimal-places > 0`, то функция округляет значение справа от запятой.
  - Если `decimal-places < 0` то функция округляет значение слева от запятой.
  - Если `decimal-places = 0`, то функция округляет значение до целого. В этом случае аргумент можно опустить.

Возвращаемое значение:

Округлённое значение того же типа, что и входящее.

## Примеры

Пример использования

```
SELECT number / 2 AS x, round(x) FROM system.numbers LIMIT 3
```

x	round(divide(number, 2))
0	0
0.5	0
1	1

Примеры округления

Округление до ближайшего числа.

```
round(3.2, 0) = 3  
round(4.1267, 2) = 4.13  
round(22,-1) = 20  
round(467,-2) = 500  
round(-467,-2) = -500
```

Банковское округление.

```
round(3.5) = 4  
round(4.5) = 4  
round(3.55, 1) = 3.6  
round(3.65, 1) = 3.6
```

## roundToExp2(num)

Принимает число. Если число меньше единицы - возвращает 0. Иначе округляет число вниз до ближайшей (целой неотрицательной) степени двух.

## roundDuration(num)

Принимает число. Если число меньше единицы - возвращает 0. Иначе округляет число вниз до чисел из набора: 1, 10, 30, 60, 120, 180, 240, 300, 600, 1200, 1800, 3600, 7200, 18000, 36000. Эта функция специфична для Яндекс.Метрики и предназначена для реализации отчёта по длительности визита.

## roundAge(num)

Принимает число. Если число меньше 18 - возвращает 0. Иначе округляет число вниз до чисел из набора: 18, 25, 35, 45, 55. Эта функция специфична для Яндекс.Метрики и предназначена для реализации отчёта по возрасту посетителей.

# Функции по работе с массивами

## empty

Возвращает 1 для пустого массива, и 0 для непустого массива. Тип результата - UInt8. Функция также работает для строк.

## notEmpty

Возвращает 0 для пустого массива, и 1 для непустого массива. Тип результата - UInt8. Функция также работает для строк.

## length

Возвращает количество элементов в массиве. Тип результата - UInt64. Функция также работает для строк.

emptyArrayUInt8, emptyArrayUInt16, emptyArrayUInt32, emptyArrayUInt64

emptyArrayInt8, emptyArrayInt16, emptyArrayInt32, emptyArrayInt64

emptyArrayFloat32, emptyArrayFloat64

emptyArrayDate, emptyArrayDateTime

emptyArrayString

Принимает ноль аргументов и возвращает пустой массив соответствующего типа.

emptyArrayToSingle

Принимает пустой массив и возвращает массив из одного элемента, равного значению по умолчанию.

range(N)

Возвращает массив чисел от 0 до N-1. На всякий случай, если на блок данных, создаются массивы суммарной длины больше 100 000 000 элементов, то кидается исключение.

array(x1, ...), оператор [x1, ...]

Создаёт массив из аргументов функции. Аргументы должны быть константами и иметь типы, для которых есть наименьший общий тип. Должен быть передан хотя бы один аргумент, так как иначе непонятно, какого типа создавать массив. То есть, с помощью этой функции невозможно создать пустой массив (для этого используйте функции emptyArray\*, описанные выше). Возвращает результат типа Array(T), где T - наименьший общий тип от переданных аргументов.

arrayConcat

Объединяет массивы, переданные в качестве аргументов.

arrayConcat(arrays)

Параметры

- arrays – произвольное количество элементов типа [Array](#) Пример

`SELECT arrayConcat([1, 2], [3, 4], [5, 6]) AS res`

```
└── res
    └── [1,2,3,4,5,6] |
```

## arrayElement(arr, n), operator arr[n]

Достаёт элемент с индексом `n` из массива `arr`. `n` должен быть любым целочисленным типом. Индексы в массиве начинаются с единицы. Поддерживаются отрицательные индексы. В этом случае, будет выбран соответствующий по номеру элемент с конца. Например, `arr[-1]` - последний элемент массива.

Если индекс выходит за границы массива, то возвращается некоторое значение по умолчанию (0 для чисел, пустая строка для строк и т. п.), кроме случая с неконстантным массивом и константным индексом 0 (в этом случае будет ошибка `Array indices are 1-based`).

## has(arr, elem)

Проверяет наличие элемента `elem` в массиве `arr`. Возвращает 0, если элемента в массиве нет, или 1, если есть.

`NULL` обрабатывается как значение.

```
SELECT has([1, 2, NULL], NULL)
```

```
└── has([1, 2, NULL], NULL)
    └── 1 |
```

## hasAll

Проверяет, является ли один массив подмножеством другого.

```
hasAll(set, subset)
```

### Параметры

- `set` – массив любого типа с набором элементов.
- `subset` – массив любого типа со значениями, которые проверяются на вхождение в `set`.

### Возвращаемые значения

- 1, если `set` содержит все элементы из `subset`.
- 0, в противном случае.

### Особенности

- Пустой массив является подмножеством любого массива.
- `NULL` обрабатывается как значение.
- Порядок значений в обоих массивах не имеет значения.

### Примеры

`SELECT hasAll([], [])` возвращает 1.

`SELECT hasAll([1, Null], [Null])` возвращает 1.

`SELECT hasAll([1.0, 2, 3, 4], [1, 3])` возвращает 1.

`SELECT hasAll(['a', 'b'], ['a'])` возвращает 1.

`SELECT hasAll([1], ['a'])` возвращает 0.

`SELECT hasAll([[1, 2], [3, 4]], [[1, 2], [3, 5]])` возвращает 0.

## hasAny

Проверяет, имеют ли два массива хотя бы один общий элемент.

```
hasAny(array1, array2)
```

### Параметры

- `array1` – массив любого типа с набором элементов.
- `array2` – массив любого типа с набором элементов.

### Возвращаемые значения

- 1 , если `array1` и `array2` имеют хотя бы один одинаковый элемент.
- 0 , в противном случае.

### Особенности

- `NULL` обрабатывается как значение.
- Порядок значений в обоих массивах не имеет значения.

### Примеры

`SELECT hasAny([1], [])` возвращает 0 .

`SELECT hasAny([Null], [Null, 1])` возвращает 1 .

`SELECT hasAny([-128, 1., 512], [1])` возвращает 1 .

`SELECT hasAny([[1, 2], [3, 4]], ['a', 'c'])` возвращает 0 .

`SELECT hasAll([[1, 2], [3, 4]], [[1, 2], [1, 2]])` возвращает 1 .

## indexOf(arr, x)

Возвращает индекс первого элемента x (начиная с 1), если он есть в массиве, или 0, если его нет.

Пример:

```
SELECT indexOf([1, 3, NULL, NULL], NULL)
```

```
indexOf([1, 3, NULL, NULL], NULL)  
      3 |
```

Элементы, равные `NULL` , обрабатываются как обычные значения.

## countEqual(arr, x)

Возвращает количество элементов массива, равных x. Эквивалентно `arrayCount(elem -> elem = x, arr)`.

`NULL` обрабатывается как значение.

Пример:

```
SELECT countEqual([1, 2, NULL, NULL], NULL)
```

```
countEqual([1, 2, NULL, NULL], NULL) —  
  2 |
```

## arrayEnumerate(arr)

Возвращает массив [1, 2, 3, ..., length(arr)]

Эта функция обычно используется совместно с ARRAY JOIN. Она позволяет, после применения ARRAY JOIN, посчитать что-либо только один раз для каждого массива. Пример:

```
SELECT  
  count() AS Reaches,  
  countIf(num = 1) AS Hits  
FROM test.hits  
ARRAY JOIN  
  GoalsReached,  
  arrayEnumerate(GoalsReached) AS num  
WHERE CounterID = 160656  
LIMIT 10
```

```
Reaches — Hits —  
 95606 | 31406 |
```

В этом примере, `Reaches` - число достижений целей (строк, получившихся после применения ARRAY JOIN), а `Hits` - число хитов (строк, которые были до ARRAY JOIN). В данном случае, тот же результат можно получить проще:

```
SELECT  
  sum(length(GoalsReached)) AS Reaches,  
  count() AS Hits  
FROM test.hits  
WHERE (CounterID = 160656) AND notEmpty(GoalsReached)
```

```
Reaches — Hits —  
 95606 | 31406 |
```

Также эта функция может быть использована в функциях высшего порядка. Например, с её помощью можно достать индексы массива для элементов, удовлетворяющих некоторому условию.

## arrayEnumerateUniq(arr, ...)

Возвращает массив, такого же размера, как исходный, где для каждого элемента указано, какой он по счету среди элементов с таким же значением. Например: `arrayEnumerateUniq([10, 20, 10, 30])=[1, 1, 2, 1]`.

Эта функция полезна при использовании ARRAY JOIN и агрегации по элементам массива. Пример:

```

SELECT
    Goals.ID AS GoalID,
    sum(Sign) AS Reaches,
    sumIf(Sign, num = 1) AS Visits
FROM test.visits
ARRAY JOIN
    Goals,
    arrayEnumerateUniq(Goals.ID) AS num
WHERE CounterID = 160656
GROUP BY GoalID
ORDER BY Reaches DESC
LIMIT 10

```

GoalID	Reaches	Visits
53225	3214	1097
2825062	3188	1097
56600	2803	488
1989037	2401	365
2830064	2396	910
1113562	2372	373
3270895	2262	812
1084657	2262	345
56599	2260	799
3271094	2256	812

В этом примере, для каждого идентификатора цели, посчитано количество достижений целей (каждый элемент вложенной структуры данных Goals является достижением целей) и количество визитов. Если бы не было ARRAY JOIN, мы бы считали количество визитов как sum(Sign). Но в данном случае, строчки были размножены по вложенной структуре Goals, и чтобы после этого учесть каждый визит один раз, мы поставили условие на значение функции arrayEnumerateUniq(Goals.ID).

Функция arrayEnumerateUniq может принимать несколько аргументов - массивов одинаковых размеров. В этом случае, уникальность считается для кортежей элементов на одинаковых позициях всех массивов.

```
SELECT arrayEnumerateUniq([1, 1, 1, 2, 2, 2], [1, 1, 2, 1, 1, 2]) AS res
```

res
[1,2,1,1,2,1]

Это нужно при использовании ARRAY JOIN с вложенной структурой данных и затем агрегации по нескольким элементам этой структуры.

## arrayPopBack

Удаляет последний элемент из массива.

```
arrayPopBack(array)
```

### Параметры

- array - Массив.

### Пример

```
SELECT arrayPopBack([1, 2, 3]) AS res
```

text



## arrayPopFront

Удаляет первый элемент из массива.

```
arrayPopFront(array)
```

### Параметры

- `array` - Массив.

### Пример

```
SELECT arrayPopFront([1, 2, 3]) AS res
```



## arrayPushBack

Добавляет один элемент в конец массива.

```
arrayPushBack(array, single_value)
```

### Параметры

- `array` - Массив.
- `single_value` - Одиночное значение. В массив с числами можно добавить только числа, в массив со строками только строки. При добавлении чисел ClickHouse автоматически приводит тип `single_value` к типу данных массива. Подробнее о типах данных в ClickHouse читайте в разделе "[Типы данных](#)". Может быть равно `NULL`. Функция добавит элемент `NULL` в массив, а тип элементов массива преобразует в `Nullable`.

### Пример

```
SELECT arrayPushBack(['a'], 'b') AS res
```



## arrayPushFront

Добавляет один элемент в начало массива.

```
arrayPushFront(array, single_value)
```

### Параметры

- `array` - Массив.
- `single_value` - Одиночное значение. В массив с числами можно добавить только числа, в массив со строками

только строки. При добавлении чисел ClickHouse автоматически приводит тип `single_value` к типу данных массива. Подробнее о типах данных в ClickHouse читайте в разделе "[Типы данных](#)". Может быть равно `NULL`. Функция добавит элемент `NULL` в массив, а тип элементов массива преобразует в `Nullable`.

## Пример

```
SELECT arrayPushFront(['b'], 'a') AS res
```



## arrayResize

Изменяет длину массива.

```
arrayResize(array, size[, extender])
```

### Параметры

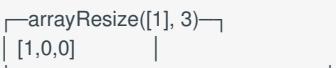
- `array` — массив.
- `size` — необходимая длина массива.
  - Если `size` меньше изначального размера массива, то массив обрезается справа.
  - Если `size` больше изначального размера массива, массив дополняется справа значениями `extender` или значениями по умолчанию для типа данных элементов массива.
- `extender` — значение для дополнения массива. Может быть `NULL`.

Возвращаемое значение:

Массив длины `size`.

### Примеры вызовов

```
SELECT arrayResize([1], 3)
```



```
SELECT arrayResize([1], 3, NULL)
```



## arraySlice

Возвращает срез массива.

```
arraySlice(array, offset[, length])
```

### Параметры

- `array` - Массив данных.

- `offset` - Отступ от края массива. Положительное значение - отступ слева, отрицательное значение - отступ справа. Отсчет элементов массива начинается с 1.
- `length` - Длина необходимого среза. Если указать отрицательное значение, то функция вернёт открытый срез `[offset, array_length - length]`. Если не указать значение, то функция вернёт срез `[offset, the_end_of_array]`.

Пример

```
SELECT arraySlice([1, 2, NULL, 4, 5], 2, 3) AS res
```



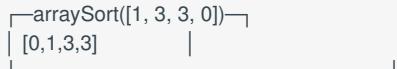
Элементы массива равные `NULL` обрабатываются как обычные значения.

### arraySort([func,] arr, ...)

Возвращает массив `arr`, отсортированный в восходящем порядке. Если задана функция `func`, то порядок сортировки определяется результатом применения этой функции на элементы массива `arr`. Если `func` принимает несколько аргументов, то в функцию `arraySort` нужно передавать несколько массивов, которые будут соответствовать аргументам функции `func`. Подробные примеры рассмотрены в конце описания `arraySort`.

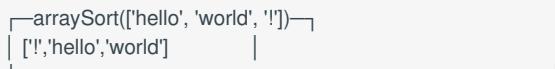
Пример сортировки целочисленных значений:

```
SELECT arraySort([1, 3, 3, 0])
```



Пример сортировки строковых значений:

```
SELECT arraySort(['hello', 'world', '!'])
```



Значения `NULL`, `NaN` и `Inf` сортируются по следующему принципу:

```
SELECT arraySort([1, nan, 2, NULL, 3, nan, -4, NULL, inf, -inf]);
```



- Значения `-Inf` идут в начале массива.
- Значения `NULL` идут в конце массива.
- Значения `NaN` идут перед `NULL`.
- Значения `Inf` идут перед `NaN`.

Функция `arraySort` является [функцией высшего порядка](#) — в качестве первого аргумента ей можно передать лямбда-функцию. В этом случае порядок сортировки определяется результатом применения лямбда-функции на элементы массива.

Рассмотрим пример:

```
SELECT arraySort((x) -> -x, [1, 2, 3]) as res;
```

```
res  
[3,2,1]
```

Для каждого элемента исходного массива лямбда-функция возвращает ключ сортировки, то есть  $[1 \rightarrow -1, 2 \rightarrow -2, 3 \rightarrow -3]$ . Так как `arraySort` сортирует элементы в порядке возрастания ключей, результат будет  $[3, 2, 1]$ . Как можно заметить, функция  $x \rightarrow -x$  устанавливает [обратный порядок сортировки](#).

Лямбда-функция может принимать несколько аргументов. В этом случае, в функцию `arraySort` нужно передавать несколько массивов, которые будут соответствовать аргументам лямбда-функции (массивы должны быть одинаковой длины). Следует иметь в виду, что результат будет содержать элементы только из первого массива; элементы из всех последующих массивов будут задавать ключи сортировки. Например:

```
SELECT arraySort((x, y) -> y, ['hello', 'world'], [2, 1]) as res;
```

```
res  
['world', 'hello']
```

Элементы, указанные во втором массиве ( $[2, 1]$ ), определяют ключ сортировки для элементов из исходного массива ( $['hello', 'world']$ ), то есть  $['hello' \rightarrow 2, 'world' \rightarrow 1]$ . Так как лямбда-функция не использует `x`, элементы исходного массива не влияют на порядок сортировки. Таким образом, 'hello' будет вторым элементом в отсортированном массиве, а 'world' — первым.

Ниже приведены другие примеры.

```
SELECT arraySort((x, y) -> y, [0, 1, 2], ['c', 'b', 'a']) as res;
```

```
res  
[2,1,0]
```

```
SELECT arraySort((x, y) -> -y, [0, 1, 2], [1, 2, 3]) as res;
```

```
res  
[2,1,0]
```

#### Примечание

Для улучшения эффективности сортировки применяется [преобразование Шварца](#).

## arrayReverseSort([func,] arr, ...)

Возвращает массив `arr`, отсортированный в нисходящем порядке. Если указана функция `func`, то массив `arr` сначала сортируется в порядке, который определяется функцией `func`, а затем отсортированный массив переворачивается. Если функция `func` принимает несколько аргументов, то в функцию `arrayReverseSort` необходимо передавать несколько массивов, которые будут соответствовать аргументам функции `func`. Подробные примеры рассмотрены в конце описания функции `arrayReverseSort`.

Пример сортировки целочисленных значений:

```
SELECT arrayReverseSort([1, 3, 3, 0]);
```

```
arrayReverseSort([1, 3, 3, 0])  
[3,3,1,0]
```

Пример сортировки строковых значений:

```
SELECT arrayReverseSort(['hello', 'world', '!']);
```

```
arrayReverseSort(['hello', 'world', '!'])  
['world','hello','!']
```

Значения `NULL`, `NaN` и `Inf` сортируются в следующем порядке:

```
SELECT arrayReverseSort([1, nan, 2, NULL, 3, nan, -4, NULL, inf, -inf]) as res;
```

```
res  
[inf,3,2,1,-4,-inf,nan,nan,NULL,NULL]
```

- Значения `Inf` идут в начале массива.
- Значения `NULL` идут в конце массива.
- Значения `NaN` идут перед `NULL`.
- Значения `-Inf` идут перед `NaN`.

Функция `arrayReverseSort` является [функцией высшего порядка](#). Вы можете передать ей в качестве первого аргумента лямбда-функцию. Например:

```
SELECT arrayReverseSort((x) -> -x, [1, 2, 3]) as res;
```

```
res  
[1,2,3]
```

В этом примере, порядок сортировки устанавливается следующим образом:

1. Сначала исходный массив `[1, 2, 3]` сортируется в том порядке, который определяется лямбда-функцией.  
Результатом будет массив `[3, 2, 1]`.
2. Массив, который был получен на предыдущем шаге, переворачивается. То есть, получается массив `[1, 2, 3]`.

Лямбда-функция может принимать на вход несколько аргументов. В этом случае, в функцию `arrayReverseSort` нужно передавать несколько массивов, которые будут соответствовать аргументам лямбда-функции (массивы должны быть одинаковой длины). Следует иметь в виду, что результат будет содержать элементы только из первого массива; элементы из всех последующих массивов будут определять ключи сортировки. Например:

```
SELECT arrayReverseSort((x, y) -> y, ['hello', 'world'], [2, 1]) as res;
```

```
res  
['hello','world']
```

В этом примере, массив сортируется следующим образом:

- Сначала массив сортируется в том порядке, который определяется лямбда-функцией. Элементы, указанные во втором массиве ([2,1]), определяют ключи сортировки соответствующих элементов из исходного массива ('hello', 'world'). То есть, будет массив ['world', 'hello'].
- Массив, который был отсортирован на предыдущем шаге, переворачивается. Получается массив ['hello', 'world'].

Ниже приведены ещё примеры.

```
SELECT arrayReverseSort((x, y) -> y, [0, 1, 2], ['c', 'b', 'a']) AS res;
```

```
└── res
  └── [0,1,2]
```

```
SELECT arrayReverseSort((x, y) -> -y, [4, 3, 5], [1, 2, 3]) AS res;
```

```
└── res
  └── [4,3,5]
```

## arrayUniq(arr, ...)

Если передан один аргумент, считает количество разных элементов в массиве. Если передано несколько аргументов, считает количество разных кортежей из элементов на соответствующих позициях в нескольких массивах.

Если необходимо получить список уникальных элементов массива, можно воспользоваться `arrayReduce('groupUniqArray', arr)`.

## arrayJoin(arr)

Особенная функция. Смотрите раздел "[Функция arrayJoin](#)".

## arrayDifference(arr)

Принимает массив, возвращает массив разностей между соседними элементами. Первым элементом будет 0, вторым разность между вторым и первым элементами исходного массива, и т.д. Тип элементов результирующего массива определяется правилами выведения типов при вычитании (напр. UInt8 - UInt8 = Int16). Поддерживаются UInt/Int/Float\* типы (тип Decimal не поддерживается).

Пример:

```
SELECT arrayDifference([1, 2, 3, 4])
```

```
└── arrayDifference([1, 2, 3, 4])
  └── [0,1,1,1]
```

Пример переполнения из-за результирующего типа Int64:

```
SELECT arrayDifference([0, 1000000000000000000])
```

```
arrayDifference([0, 10000000000000000000])—  
[0,-8446744073709551616] |
```

## arrayDistinct(arr)

Принимает массив, возвращает массив, содержащий уникальные элементы.

Пример:

```
SELECT arrayDistinct([1, 2, 2, 3, 1])
```

```
arrayDistinct([1, 2, 2, 3, 1])—  
[1,2,3] |
```

## arrayEnumerateDense(arr)

Возвращает массив того же размера, что и исходный массив, с индексами исходного массива, указывающими, где каждый элемент впервые появляется в исходном массиве.

Пример:

```
SELECT arrayEnumerateDense([10, 20, 10, 30])
```

```
arrayEnumerateDense([10, 20, 10, 30])—  
[1,2,1,3] |
```

## arrayIntersect(arr)

Принимает несколько массивов, возвращает массив с элементами, присутствующими во всех исходных массивах. Элементы на выходе следуют в порядке следования в первом массиве.

Пример:

```
SELECT  
arrayIntersect([1, 2], [1, 3], [2, 3]) AS no_intersect,  
arrayIntersect([1, 2], [1, 3], [1, 4]) AS intersect
```

```
no_intersect intersect—  
[] | [1] |
```

## arrayReduce(agg\_func, arr1, ...)

Применяет агрегатную функцию к элементам массива и возвращает ее результат. Имя агрегирующей функции передается как строка в одинарных кавычках 'max' , 'sum' . При использовании параметрических агрегатных функций, параметр указывается после имени функции в круглых скобках 'uniqUpTo(6)' .

Пример:

```
SELECT arrayReduce('max', [1, 2, 3])
```

```
arrayReduce('max', [1, 2, 3])—  
    3 |
```

Если агрегатная функция имеет несколько аргументов, то эту функцию можно применять к нескольким массивам одинакового размера.

Пример:

```
SELECT arrayReduce('maxIf', [3, 5], [1, 0])
```

```
arrayReduce('maxIf', [3, 5], [1, 0])—  
    3 |
```

Пример с параметрической агрегатной функцией:

```
SELECT arrayReduce('uniqUpTo(3)', [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10])
```

```
arrayReduce('uniqUpTo(3)', [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10])—  
    4 |
```

## arrayReverse(arr)

Возвращает массив того же размера, что и исходный массив, содержащий элементы в обратном порядке.

Пример:

```
SELECT arrayReverse([1, 2, 3])
```

```
arrayReverse([1, 2, 3])—  
[3,2,1] |
```

## reverse(arr)

Синоним для "["arrayReverse"](#)"

## arrayFlatten

Преобразует массив массивов в плоский массив.

Функция:

- Оперирует с массивами любой вложенности.
- Не изменяет массив, если он уже плоский.

Результирующий массив содержит все элементы исходных массивов.

Синтаксис

```
flatten(array_of_arrays)
```

Синоним: flatten .

## Параметры

- array\_of\_arrays — [Массивов](#) массивов. Например, `[[1,2,3], [4,5]]` .

## Примеры

```
SELECT flatten([[1], [2], [3]])
```

```
└─flatten(array(array([1]), array([2], [3])))─  
  [1,2,3]
```

## arrayCompact

Удаляет дубликаты из массива. Порядок результирующих значений определяется порядком в исходном массиве.

### Синтаксис

```
arrayCompact(arr)
```

## Параметры

arr — [Массив](#) для обхода.

### Возвращаемое значение

Массив без дубликатов.

Тип: Array .

### Пример

Запрос:

```
SELECT arrayCompact([1, 1, nan, nan, 2, 3, 3, 3])
```

Ответ:

```
└─arrayCompact([1, 1, nan, nan, 2, 3, 3, 3])─  
  [1,nan,nan,2,3]
```

## Функции разбиения и слияния строк и массивов

### splitByChar(separator, s)

Разбивает строку на подстроки, используя в качестве разделителя separator. separator должен быть константной строкой из ровно одного символа. Возвращается массив выделенных подстрок. Могут выделяться пустые подстроки, если разделитель идёт в начале или в конце строки, или если идёт более одного разделителя подряд.

### splitByString(separator, s)

То же самое, но использует строку из нескольких символов в качестве разделителя. Стока должна быть непустой.

## arrayStringConcat(arr[, separator])

Склейивает строки, перечисленные в массиве, с разделителем separator. separator - необязательный параметр, константная строка, по умолчанию равен пустой строке. Возвращается строка.

## alphaTokens(s)

Выделяет подстроки из подряд идущих байт из диапазонов a-z и A-Z. Возвращается массив выделенных подстрок.

Пример:

```
SELECT alphaTokens('abca1abc')
```

```
└─alphaTokens('abca1abc')─┐  
| ['abca','abc'] |  
└────────────────┘
```

## Битовые функции

Битовые функции работают для любой пары типов из UInt8, UInt16, UInt32, UInt64, Int8, Int16, Int32, Int64, Float32, Float64.

Тип результата - целое число, битность которого равна максимальной битности аргументов. Если хотя бы один аргумент знаковый, то результат - знаковое число. Если аргумент - число с плавающей запятой - оно приводится к Int64.

bitAnd(a, b)

bitOr(a, b)

bitXor(a, b)

bitNot(a)

bitShiftLeft(a, b)

bitShiftRight(a, b)

bitTest

Принимает любое целое число и конвертирует его в [двоичное число](#), возвращает значение бита в указанной позиции. Отсчет начинается с 0 справа налево.

Синтаксис

```
SELECT bitTest(number, index)
```

Параметры

- number – целое число.

- `index` – position of bit.

Возвращаемое значение

Возвращает значение бита в указанной позиции.

Тип: `UInt8`.

Пример

Например, число 43 в двоичной системе счисления равно: 101011.

Запрос:

```
SELECT bitTest(43, 1)
```

Ответ:

```
bitTest(43, 1) └─  
      1 |
```

Другой пример:

Запрос:

```
SELECT bitTest(43, 2)
```

Ответ:

```
bitTest(43, 2) └─  
      0 |
```

## bitTestAll

Возвращает результат [логической конъюнкции](#) (оператор AND) всех битов в указанных позициях. Отсчет начинается с 0 справа налево.

Бинарная конъюнкция:

$0 \text{ AND } 0 = 0$   $0 \text{ AND } 1 = 0$   $1 \text{ AND } 0 = 0$   $1 \text{ AND } 1 = 1$

Синтаксис

```
SELECT bitTestAll(number, index1, index2, index3, index4, ...)
```

Параметры

- `number` – целое число.
- `index1, index2, index3, index4` – позиция бита. Например, конъюнкция для набора позиций `index1, index2, index3, index4` является истинной, если все его позиции истинны `index1  $\wedge$  index2  $\wedge$  index3  $\wedge$  index4`.

Возвращаемое значение

Возвращает результат логической конъюнкции.

Тип: `UInt8`.

## Пример

Например, число 43 в двоичной системе счисления равно: 101011.

Запрос:

```
SELECT bitTestAll(43, 0, 1, 3, 5)
```

Ответ:

```
└─bitTestAll(43, 0, 1, 3, 5)─  
    1 |
```

Другой пример:

Запрос:

```
SELECT bitTestAll(43, 0, 1, 3, 5, 2)
```

Ответ:

```
└─bitTestAll(43, 0, 1, 3, 5, 2)─  
    0 |
```

## bitTestAny

Возвращает результат [логической дизъюнкции](#) (оператор OR) всех битов в указанных позициях. Отсчет начинается с 0 справа налево.

Бинарная дизъюнкция:

0 OR 0 = 0 0 OR 1 = 1 1 OR 0 = 1 1 OR 1 = 1

Синтаксис

```
SELECT bitTestAny(number, index1, index2, index3, index4, ...)
```

Параметры

- `number` – целое число.
- `index1` , `index2` , `index3` , `index4` – позиции бита.

Возвращаемое значение

Возвращает результат логической дизъюнкции.

Тип: UInt8 .

## Пример

Например, число 43 в двоичной системе счисления равно: 101011.

Запрос:

```
SELECT bitTestAny(43, 0, 2)
```

Ответ:

```
└─bitTestAny(43, 0, 2)─  
  1 |
```

Другой пример:

Запрос:

```
SELECT bitTestAny(43, 4, 2)
```

Ответ:

```
└─bitTestAny(43, 4, 2)─  
  0 |
```

## Функции для битмапов

### bitmapBuild

Создаёт битовый массив из массива целочисленных значений.

```
bitmapBuild(array)
```

Параметры

- array – массив типа UInt\* .

Пример

```
SELECT bitmapBuild([1, 2, 3, 4, 5]) AS res, toTypeName(res)
```

```
└─res─ toTypeName(bitmapBuild([1, 2, 3, 4, 5]))─  
    | AggregateFunction(groupBitmap, UInt8) |
```

### bitmapToArray

Преобразует битовый массив в массив целочисленных значений.

```
bitmapToArray(bitmap)
```

Параметры

- bitmap – битовый массив.

Пример

```
SELECT bitmapToArray(bitmapBuild([1, 2, 3, 4, 5])) AS res
```

```
└─res─ [1,2,3,4,5] |
```

## bitmapContains

Проверяет вхождение элемента в битовый массив.

```
bitmapContains(haystack, needle)
```

### Параметры

- haystack – [объект Bitmap](#), в котором функция ищет значение.
- needle – значение, которое функция ищет. Тип – [UInt32](#).

### Возвращаемые значения

- 0 – если в haystack нет needle .
- 1 – если в haystack есть needle .

Тип – UInt8 .

### Пример

```
SELECT bitmapContains(bitmapBuild([1,5,7,9]), toUInt32(9)) AS res
```

res
1

## bitmapHasAny

Проверяет, имеют ли два битовых массива хотя бы один общий элемент.

```
bitmapHasAny(bitmap1, bitmap2)
```

Если вы уверены, что bitmap2 содержит строго один элемент, используйте функцию [bitmapContains](#). Она работает эффективнее.

### Параметры

- bitmap\* – массив любого типа с набором элементов.

### Возвращаемые значения

- 1 , если bitmap1 и bitmap2 имеют хотя бы один одинаковый элемент.
- 0 , в противном случае.

### Пример

```
SELECT bitmapHasAny(bitmapBuild([1,2,3]),bitmapBuild([3,4,5])) AS res
```

res
1

## bitmapHasAll

Аналогично функции hasAll(array, array) возвращает 1 если первый битовый массив содержит все элементы

второго, 0 в противном случае. Если второй аргумент является пустым битовым массивом, то возвращает 1.

```
bitmapHasAll(bitmap,bitmap)
```

#### Параметры

- bitmap – битовый массив.

#### Пример

```
SELECT bitmapHasAll(bitmapBuild([1,2,3]),bitmapBuild([3,4,5])) AS res
```



## bitmapAnd

Логическое И для двух битовых массивов. Результат — новый битовый массив.

```
bitmapAnd(bitmap,bitmap)
```

#### Параметры

- bitmap – битовый массив.

#### Пример

```
SELECT bitmapToArray(bitmapAnd(bitmapBuild([1,2,3]),bitmapBuild([3,4,5]))) AS res
```



## bitmapOr

Логическое ИЛИ для двух битовых массивов. Результат — новый битовый массив.

```
bitmapOr(bitmap,bitmap)
```

#### Параметры

- bitmap – битовый массив.

#### Пример

```
SELECT bitmapToArray(bitmapOr(bitmapBuild([1,2,3]),bitmapBuild([3,4,5]))) AS res
```



## bitmapXor

Логическое исключающее ИЛИ для двух битовых массивов. Результат — новый битовый массив.

```
bitmapXor(bitmap,bitmap)
```

## Параметры

- bitmap – битовый массив.

## Пример

```
SELECT bitmapToArray(bitmapXor(bitmapBuild([1,2,3]),bitmapBuild([3,4,5]))) AS res
```

```
res  
[1,2,4,5]
```

## bitmapAndnot

Логическое отрицание И для двух битовых массивов. Результат — новый битовый массив.

```
bitmapAndnot(bitmap,bitmap)
```

## Параметры

- bitmap – битовый массив.

## Пример

```
SELECT bitmapToArray(bitmapAndnot(bitmapBuild([1,2,3]),bitmapBuild([3,4,5]))) AS res
```

```
res  
[1,2]
```

## bitmapCardinality

Возвращает кардинальность битового массива в виде значения типа UInt64 .

```
bitmapCardinality(bitmap)
```

## Параметры

- bitmap – битовый массив.

## Пример

```
SELECT bitmapCardinality(bitmapBuild([1, 2, 3, 4, 5])) AS res
```

```
res  
5
```

## bitmapAndCardinality

Выполняет логическое И и возвращает кардинальность ( UInt64 ) результирующего битового массива.

```
bitmapAndCardinality(bitmap,bitmap)
```

## Параметры

- bitmap – битовый массив.

## Пример

```
SELECT bitmapAndCardinality(bitmapBuild([1,2,3]),bitmapBuild([3,4,5])) AS res;
```

```
res  
1 |
```

## bitmapOrCardinality

Выполняет логическое ИЛИ и возвращает кардинальность ( UInt64 ) результирующего битового массива.

```
bitmapOrCardinality(bitmap,bitmap)
```

## Параметры

- bitmap – битовый массив.

## Пример

```
SELECT bitmapOrCardinality(bitmapBuild([1,2,3]),bitmapBuild([3,4,5])) AS res;
```

```
res  
5 |
```

## bitmapXorCardinality

Выполняет логическое исключающее ИЛИ и возвращает кардинальность ( UInt64 ) результирующего битового массива.

```
bitmapXorCardinality(bitmap,bitmap)
```

## Параметры

- bitmap – битовый массив.

## Пример

```
SELECT bitmapXorCardinality(bitmapBuild([1,2,3]),bitmapBuild([3,4,5])) AS res;
```

```
res  
4 |
```

## bitmapAndnotCardinality

Выполняет логическое отрицание И и возвращает кардинальность ( UInt64 ) результирующего битового массива.

```
bitmapAndnotCardinality(bitmap,bitmap)
```

## Параметры

- bitmap – битовый массив.

## Пример

```
SELECT bitmapAndnotCardinality(bitmapBuild([1,2,3]),bitmapBuild([3,4,5])) AS res;
```

res
2

## Функции хэширования

Функции хэширования могут использоваться для детерминированного псевдослучайного разбрасывания элементов.

### halfMD5

Интерпретирует все входные параметры как строки и вычисляет хэш MD5 для каждой из них. Затем объединяет хэши, берет первые 8 байт хэша результирующей строки и интерпретирует их как значение типа UInt64 с big-endian порядком байтов.

```
halfMD5(par1, ...)
```

Функция относительно медленная (5 миллионов коротких строк в секунду на ядро процессора). По возможности, используйте функцию [sipHash64](#) вместо неё.

## Параметры

Функция принимает переменное число входных параметров. Параметры могут быть любого [поддерживаемого типа данных](#).

## Возвращаемое значение

Значение хэша с типом данных [UInt64](#).

## Пример

```
SELECT halfMD5(array('e','x','a'), 'mple', 10, toDateTime('2019-06-15 23:00:00')) AS halfMD5hash, toTypeName(halfMD5hash) AS type
```

halfMD5hash	type
186182704141653334	UInt64

## MD5

Вычисляет MD5 от строки и возвращает полученный набор байт в виде `FixedString(16)`. Если вам не нужен конкретно MD5, а нужен неплохой криптографический 128-битный хэш, то используйте вместо этого функцию [sipHash128](#). Если вы хотите получить такой же результат, как выдаёт утилита `md5sum`, напишите `lower(hex(MD5(s)))`.

## sipHash64

Генерирует 64-х битное значение [SipHash](#).

```
sipHash64(par1,...)
```

Это криптографическая хэш-функция. Она работает по крайней мере в три раза быстрее, чем функция [MD5](#).

Функция [интерпретирует](#) все входные параметры как строки и вычисляет хэш MD5 для каждой из них. Затем комбинирует хэши по следующему алгоритму.

1. После хэширования всех входных параметров функция получает массив хэшей.
2. Функция принимает первый и второй элементы и вычисляет хэш для массива из них.
3. Затем функция принимает хэш-значение, вычисленное на предыдущем шаге, и третий элемент исходного хэш-массива, и вычисляет хэш для массива из них.
4. Предыдущий шаг повторяется для всех остальных элементов исходного хэш-массива.

Параметры

Функция принимает переменное число входных параметров. Параметры могут быть любого [поддерживаемого типа данных](#).

Возвращаемое значение

Значение хэша с типом данных [UInt64](#).

Пример

```
SELECT sipHash64(array('e','x','a'), 'mple', 10, toDateTime('2019-06-15 23:00:00')) AS SipHash, toTypeName(SipHash) AS type
```

SipHash	type
13726873534472839665	UInt64

## sipHash128

Вычисляет SipHash от строки. Принимает аргумент типа String. Возвращает FixedString(16). Отличается от [sipHash64](#) тем, что финальный xor-folding состояния делается только до 128 бит.

## cityHash64

Генерирует 64-х битное значение [CityHash](#).

```
cityHash64(par1,...)
```

Это не криптографическая хэш-функция. Она использует CityHash алгоритм для строковых параметров и зависящую от реализации быструю некриптографическую хэш-функцию для параметров с другими типами данных. Функция использует комбинатор CityHash для получения конечных результатов.

Параметры

Функция принимает переменное число входных параметров. Параметры могут быть любого [поддерживаемого типа данных](#).

Возвращаемое значение

Значение хэша с типом данных [UInt64](#).

## Примеры

Пример вызова:

```
SELECT cityHash64(array('e','x','a'), 'mple', 10, toDateTime('2019-06-15 23:00:00')) AS CityHash, toTypeName(CityHash) AS type
```

CityHash	type
12072650598913549138	UInt64

А вот так вы можете вычислить чексумму всей таблицы с точностью до порядка строк:

```
SELECT groupBitXor(cityHash64(*)) FROM table
```

## intHash32

Вычисляет 32-битный хэш-код от целого числа любого типа. Это сравнительно быстрая не криптографическая хэш-функция среднего качества для чисел.

## intHash64

Вычисляет 64-битный хэш-код от целого числа любого типа. Работает быстрее, чем intHash32. Качество среднее.

## SHA1

## SHA224

## SHA256

Вычисляет SHA-1, SHA-224, SHA-256 от строки и возвращает полученный набор байт в виде `FixedString(20)`, `FixedString(28)`, `FixedString(32)`. Функция работает достаточно медленно (SHA-1 - примерно 5 миллионов коротких строк в секунду на одном процессорном ядре, SHA-224 и SHA-256 - примерно 2.2 миллионов). Рекомендуется использовать эти функции лишь в тех случаях, когда вам нужна конкретная хэш-функция и вы не можете её выбрать. Даже в этих случаях, рекомендуется применять функцию оффлайн - заранее вычисляя значения при вставке в таблицу, вместо того, чтобы применять её при `SELECT`-ах.

## URLHash(url[, N])

Быстрая не криптографическая хэш-функция неплохого качества для строки, полученной из URL путём некоторой нормализации. `URLHash(s)` - вычислить хэш от строки без одного завершающего символа `/`, `?` или `#` на конце, если там такой есть. `URLHash(s, N)` - вычислить хэш от строки до N-го уровня в иерархии URL, без одного завершающего символа `/`, `?` или `#` на конце, если там такой есть. Уровни аналогичные `URLHierarchy`. Функция специфична для Яндекс.Метрики.

## farmHash64

Генерирует 64-х битное значение [FarmHash](#).

```
farmHash64(par1, ...)
```

Из всех [доступных методов](#) функция использует Hash64 .

#### Параметры

Функция принимает переменное число входных параметров. Параметры могут быть любого [поддерживаемого типа данных](#).

#### Возвращаемое значение

Значение хэша с типом данных [UInt64](#).

#### Пример

```
SELECT farmHash64(array('e','x','a'), 'mple', 10, toDateTime('2019-06-15 23:00:00')) AS FarmHash, toTypeName(FarmHash) AS type
```

17790458267262532859	UInt64
----------------------	--------

## javaHash

Вычисляет [JavaHash](#) от строки. JavaHash не отличается ни скоростью, ни качеством, поэтому эту функцию следует считать устаревшей. Используйте эту функцию, если вам необходимо получить значение хэша по такому же алгоритму.

```
SELECT javaHash("");
```

#### Возвращаемое значение

Хэш-значение типа [Int32](#) .

Тип: [javaHash](#) .

#### Пример

Запрос:

```
SELECT javaHash("Hello, world!");
```

Ответ:

-1880044555
-------------

## javaHashUTF16LE

Вычисляет [JavaHash](#) от строки, при допущении, что строка представлена в кодировке [UTF-16LE](#) .

#### Синтаксис

```
javaHashUTF16LE(stringUtf16le)
```

#### Параметры

- [stringUtf16le](#) — строка в [UTF-16LE](#) .

Возвращаемое значение

Хэш-значение типа Int32 .

Тип: javaHash .

Пример

Верный запрос для строки кодированной в UTF-16LE .

Запрос:

```
SELECT javaHashUTF16LE(convertCharset('test', 'utf-8', 'utf-16le'))
```

Ответ:

```
javaHashUTF16LE(convertCharset('test', 'utf-8', 'utf-16le'))—  
3556498 |
```

## hiveHash

Вычисляет HiveHash от строки.

```
SELECT hiveHash("");
```

HiveHash — это результат JavaHash с обнулённым битом знака числа. Функция используется в Apache Hive вплоть до версии 3.0.

Возвращаемое значение

Хэш-значение типа Int32 .

Тип: hiveHash .

Пример

Запрос:

```
SELECT hiveHash('Hello, world!');
```

Ответ:

```
hiveHash('Hello, world!')—  
267439093 |
```

## metroHash64

Генерирует 64-х битное значение MetroHash .

```
metroHash64(par1, ...)
```

Параметры

Функция принимает переменное число входных параметров. Параметры могут быть любого поддерживаемого типа данных .

Возвращаемое значение

Значение хэша с типом данных [UInt64](#).

Пример

```
SELECT metroHash64(array('e','x','a'), 'mple', 10, toDateTime('2019-06-15 23:00:00')) AS MetroHash, toTypeName(MetroHash) AS type
```

MetroHash	type
14235658766382344533	UInt64

## jumpConsistentHash

Вычисляет JumpConsistentHash от значения типа UInt64. Имеет два параметра: ключ типа UInt64 и количество бакетов. Возвращает значение типа Int32. Дополнительные сведения смотрите по ссылке: [JumpConsistentHash](#)

## murmurHash2\_32, murmurHash2\_64

Генерирует значение [MurmurHash2](#).

```
murmurHash2_32(par1, ...)  
murmurHash2_64(par1, ...)
```

Параметры

Обе функции принимают переменное число входных параметров. Параметры могут быть любого [поддерживаемого типа данных](#).

Возвращаемое значение

- Функция `murmurHash2_32` возвращает значение типа [UInt32](#).
- Функция `murmurHash2_64` возвращает значение типа [UInt64](#).

Пример

```
SELECT murmurHash2_64(array('e','x','a'), 'mple', 10, toDateTime('2019-06-15 23:00:00')) AS MurmurHash2, toTypeName(MurmurHash2) AS type
```

MurmurHash2	type
11832096901709403633	UInt64

## murmurHash3\_32, murmurHash3\_64

Генерирует значение [MurmurHash3](#).

```
murmurHash3_32(par1, ...)  
murmurHash3_64(par1, ...)
```

Параметры

Обе функции принимают переменное число входных параметров. Параметры могут быть любого [поддерживаемого типа данных](#).

Возвращаемое значение

- Функция `murmurHash3_32` возвращает значение типа [UInt32](#).
- Функция `murmurHash3_64` возвращает значение типа [UInt64](#).

Пример

```
SELECT murmurHash3_32(array('e','x','a'), 'mple', 10, toDateTime('2019-06-15 23:00:00')) AS MurmurHash3, toTypeName(MurmurHash3) AS type
```



## murmurHash3\_128

Генерирует значение [MurmurHash3](#).

```
murmurHash3_128( expr )
```

Параметры

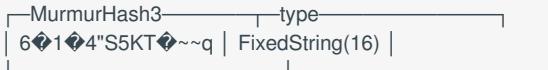
- `expr` — выражение возвращающее значение типа [String](#).

Возвращаемое значение

Хэш-значение типа [FixedString\(16\)](#).

Пример

```
SELECT murmurHash3_128('example_string') AS MurmurHash3, toTypeName(MurmurHash3) AS type
```



## xxHash32, xxHash64

Вычисляет `xxHash` от строки. Предлагается в двух вариантах: 32 и 64 бита.

```
SELECT xxHash32(");
```

OR

```
SELECT xxHash64(");
```

Возвращаемое значение

Хэш-значение типа [UInt32](#) или [UInt64](#).

Тип: `xxHash`.

Пример

Запрос:

```
SELECT xxHash32('Hello, world!');
```

Ответ:

```
└─xxHash32('Hello, world!')─  
  834093149 |
```

Смотрите также

- [xxHash](#).

## Функции генерации псевдослучайных чисел

Используются не криптографические генераторы псевдослучайных чисел.

Все функции принимают ноль аргументов или один аргумент. В случае, если передан аргумент - он может быть любого типа, и его значение никак не используется. Этот аргумент нужен только для того, чтобы предотвратить склейку одинаковых выражений - чтобы две разные записи одной функции возвращали разные столбцы, с разными случайными числами.

### rand

Возвращает псевдослучайное число типа UInt32, равномерно распределённое среди всех чисел типа UInt32.

Используется linear congruential generator.

### rand64

Возвращает псевдослучайное число типа UInt64, равномерно распределённое среди всех чисел типа UInt64.

Используется linear congruential generator.

## Функции для работы с UUID

### generateUUIDv4

Генерирует идентификатор [UUID версии 4](#).

```
generateUUIDv4()
```

Возвращаемое значение

Значение типа [UUID](#).

Пример использования

Этот пример демонстрирует, как создать таблицу с UUID-колонкой и добавить в нее сгенерированный UUID.

```
CREATE TABLE t_uuid (x UUID) ENGINE=TinyLog  
INSERT INTO t_uuid SELECT generateUUIDv4()  
SELECT * FROM t_uuid
```

```
f4bf890f-f9dc-4332-ad5c-0c18e73f28e9 |
```

### toUUID (x)

Преобразует значение типа String в тип UUID.

```
toUUID(String)
```

Возвращаемое значение

Значение типа UUID.

Пример использования

```
SELECT toUUID('61f0c404-5cb3-11e7-907b-a6006ad3dba0') AS uuid
```

```
61f0c404-5cb3-11e7-907b-a6006ad3dba0
```

uuid

## UUIDStringToNum

Принимает строку, содержащую 36 символов в формате xxxxxxxx-xxxx-xxxx-xxxx-xxxxxxxxxxxx , и возвращает в виде набора байт в [FixedSize\(16\)](#).

```
UUIDStringToNum(String)
```

Возвращаемое значение

[FixedSize\(16\)](#)

Пример использования

```
SELECT  
'612f3c40-5d3b-217e-707b-6a546a3d7b29' AS uuid,  
UUIDStringToNum(uuid) AS bytes
```

```
612f3c40-5d3b-217e-707b-6a546a3d7b29
```

bytes

## UUIDNumToString

Принимает значение типа [FixedSize\(16\)](#). Возвращает строку из 36 символов в текстовом виде.

```
UUIDNumToString(FixedString(16))
```

Возвращаемое значение

Значение типа String.

Пример использования

```
SELECT  
'a/<@];!~p{jTj={} AS bytes,  
UUIDNumToString(toFixedString(bytes, 16)) AS uuid
```

```
a/<@];!~p{jTj={} | 612f3c40-5d3b-217e-707b-6a546a3d7b29 |
```

bytes

uuid

См. также:

- [dictGetUUID](#)
- [dictGetUUIDOrDefault](#)

## ФУНКЦИИ КОДИРОВАНИЯ

### hex

Принимает аргументы типов: `String`, `unsigned integer`, `float`, `decimal`, `Date`, or `DateTime`. Возвращает строку, содержащую шестнадцатеричное представление аргумента. Используются заглавные буквы A-F. Не используются префиксы `0x` и суффиксы `h`. Для строк просто все байты кодируются в виде двух шестнадцатеричных цифр. Числа выводятся в big endian ("человеческом") формате. Для чисел вырезаются старшие нули, но только по целым байтам. Например, `hex(1) = '01'`. `Date` кодируется как число дней с начала unix-эпохи. `DateTime` кодируются как число секунд с начала unix-эпохи. `float` и `decimal` кодируются как их шестнадцатеричное представление в памяти.

### unhex(str)

Принимает строку, содержащую произвольное количество шестнадцатеричных цифр, и возвращает строку, содержащую соответствующие байты. Поддерживаются как строчные, так и заглавные буквы A-F. Число шестнадцатеричных цифр не обязано быть чётным. Если оно нечётное - последняя цифра интерпретируется как младшая половина байта 00-0F. Если строка-аргумент содержит что-либо кроме шестнадцатеричных цифр, то будет возвращён какой-либо implementation-defined результат (не кидается исключение). Если вы хотите преобразовать результат в число, то вы можете использовать функции `reverse` и `reinterpretAsType`.

### UUIDStringToNum(str)

Принимает строку, содержащую 36 символов в формате `123e4567-e89b-12d3-a456-426655440000`, и возвращает в виде набора байт в `FixedString(16)`.

### UUIDNumToString(str)

Принимает значение типа `FixedString(16)`. Возвращает строку из 36 символов в текстовом виде.

### bitmaskToList(num)

Принимает целое число. Возвращает строку, содержащую список степеней двойки, в сумме дающих исходное число; по возрастанию, в текстовом виде, через запятую, без пробелов.

### bitmaskToArray(num)

Принимает целое число. Возвращает массив чисел типа `UInt64`, содержащий степени двойки, в сумме дающих исходное число; числа в массиве идут по возрастанию.

## ФУНКЦИИ ДЛЯ РАБОТЫ С URL

Все функции работают не по RFC - то есть, максимально упрощены ради производительности.

## Функции, извлекающие часть URL-а.

Если в URL-е нет ничего похожего, то возвращается пустая строка.

### protocol

Возвращает протокол. Примеры: http, ftp, mailto, magnet...

### domain

Извлекает имя хоста из URL.

```
domain(url)
```

Параметры

- url — URL. Тип — [String](#).

URL может быть указан со схемой или без неё. Примеры:

```
svn+ssh://some.svn-hosting.com:80/repo/trunk  
some.svn-hosting.com:80/repo/trunk  
https://yandex.com/time/
```

Для указанных примеров функция `domain` возвращает следующие результаты:

```
some.svn-hosting.com  
some.svn-hosting.com  
yandex.com
```

Возвращаемые значения

- Имя хоста. Если ClickHouse может распарсить входную строку как URL.
- Пустая строка. Если ClickHouse не может распарсить входную строку как URL.

Тип — [String](#).

Пример

```
SELECT domain('svn+ssh://some.svn-hosting.com:80/repo/trunk')
```

```
└─domain('svn+ssh://some.svn-hosting.com:80/repo/trunk')─  
  some.svn-hosting.com
```

### domainWithoutWWW

Возвращает домен, удалив префикс 'www.', если он присутствовал.

### topLevelDomain

Извлекает домен верхнего уровня из URL.

```
topLevelDomain(url)
```

Параметры

- url — URL. Тип — [String](#).

URL может быть указан со схемой или без неё. Примеры:

```
svn+ssh://some.svn-hosting.com:80/repo/trunk  
some.svn-hosting.com:80/repo/trunk  
https://yandex.com/time/
```

Возвращаемые значения

- Имя домена. Если ClickHouse может распарсить входную строку как URL.
- Пустая строка. Если ClickHouse не может распарсить входную строку как URL.

Тип — `String`.

Пример

```
SELECT topLevelDomain('svn+ssh://www.some.svn-hosting.com:80/repo/trunk')
```

```
└─topLevelDomain('svn+ssh://www.some.svn-hosting.com:80/repo/trunk')─  
    com
```

## firstSignificantSubdomain

Возвращает "первый существенный поддомен". Это понятие является нестандартным и специфично для Яндекс.Метрики. Первый существенный поддомен - это домен второго уровня, если он не равен одному из com, net, org, co, или домен третьего уровня, иначе. Например, `firstSignificantSubdomain('https://news.yandex.ru/')` = 'yandex', `firstSignificantSubdomain('https://news.yandex.com.tr/')` = 'yandex'. Список "несущественных" доменов второго уровня и другие детали реализации могут изменяться в будущем.

## cutToFirstSignificantSubdomain

Возвращает часть домена, включающую поддомены верхнего уровня до "первого существенного поддомена" (см. выше).

Например, `cutToFirstSignificantSubdomain('https://news.yandex.com.tr/')` = 'yandex.com.tr' .

## path

Возвращает путь. Пример: `/top/news.html` Путь не включает в себя query string.

## pathFull

То же самое, но включая query string и fragment. Пример: `/top/news.html?page=2#comments`

## queryString

Возвращает query-string. Пример: `page=1&lr=213`. query-string не включает в себя начальный знак вопроса, а также # и всё, что после #.

## fragment

Возвращает fragment identifier. fragment не включает в себя начальный символ решётки.

## queryStringAndFragment

Возвращает query string и fragment identifier. Пример: страница=1#29390.

## extractURLParameter(URL, name)

Возвращает значение параметра name в URL, если такой есть; или пустую строку, иначе; если параметров с таким

именем много - вернуть первый попавшийся. Функция работает при допущении, что имя параметра закодировано в URL в точности таким же образом, что и в переданном аргументе.

### **extractURLParameters(URL)**

Возвращает массив строк вида name=value, соответствующих параметрам URL. Значения никак не декодируются.

### **extractURLParameterNames(URL)**

Возвращает массив строк вида name, соответствующих именам параметров URL. Значения никак не декодируются.

### **URLHierarchy(URL)**

Возвращает массив, содержащий URL, обрезанный с конца по символам /, ? в пути и query-string. Подряд идущие символы-разделители считаются за один. Резка производится в позиции после всех подряд идущих символов-разделителей. Пример:

### **URLPathHierarchy(URL)**

То же самое, но без протокола и хоста в результате. Элемент / (корень) не включается. Пример: Функция используется для реализации древовидных отчётов по URL в Яндекс.Метрике.

```
URLPathHierarchy('https://example.com/browse/CONV-6788') =  
[  
  '/browse/',  
  '/browse/CONV-6788'  
]
```

### **decodeURLComponent(URL)**

Возвращает декодированный URL. Пример:

```
SELECT decodeURLComponent('http://127.0.0.1:8123/?query=SELECT%201%3B') AS DecodedURL;
```

```
DecodedURL—————  
| http://127.0.0.1:8123/?query=SELECT 1; |
```

## Функции, удаляющие часть из URL-а

Если в URL-е нет ничего похожего, то URL остаётся без изменений.

### **cutWWW**

Удаляет не более одного 'www.' с начала домена URL-а, если есть.

### **cutQueryString**

Удаляет query string. Знак вопроса тоже удаляется.

### **cutFragment**

Удаляет fragment identifier. Символ решётки тоже удаляется.

### **cutQueryStringAndFragment**

Удаляет query string и fragment identifier. Знак вопроса и символ решётки тоже удаляются.

### **cutURLParameter(URL, name)**

Удаляет параметр URL с именем name, если такой есть. Функция работает при допущении, что имя параметра закодировано в URL в точности таким же образом, что и в переданном аргументе.

## Функции для работы с IP-адресами

## IPv4NumToString(num)

Принимает число типа UInt32. Интерпретирует его, как IPv4-адрес в big endian. Возвращает строку, содержащую соответствующий IPv4-адрес в формате A.B.C.D (числа в десятичной форме через точки).

IPv4StringToNum(s)

Функция, обратная к IPv4NumToString. Если IPv4 адрес в неправильном формате, то возвращает 0.

**IPv4NumToStringClassC(num)**

Похоже на IPv4NumToString, но вместо последнего октета используется xxx.

Пример:

```
SELECT
    IPv4NumToStringClassC(ClientIP) AS k,
    count() AS c
FROM test.hits
GROUP BY k
ORDER BY c DESC
LIMIT 10
```

k		c
83.149.9.xxx	26238	
217.118.81.xxx	26074	
213.87.129.xxx	25481	
83.149.8.xxx	24984	
217.118.83.xxx	22797	
78.25.120.xxx	22354	
213.87.131.xxx	21285	
78.25.121.xxx	20887	
188.162.65.xxx	19694	
83.149.48.xxx	17406	

В связи с тем, что использование xxx весьма необычно, это может быть изменено в дальнейшем. Вам не следует полагаться на конкретный вид этого фрагмента.

### **IPv6NumToString(x)**

Принимает значение типа FixedString(16), содержащее IPv6-адрес в бинарном виде. Возвращает строку, содержащую этот адрес в текстовом виде. IPv6-mapped IPv4 адреса выводятся в формате ::ffff:111.222.33.44.

## Примеры:

```
SELECT IPv6NumToString(toFixedString(unhex('2A0206B800000000000000000000000000000011'), 16)) AS addr
```

addr  
| 2a02:6b8::11 |

```

SELECT
    IPv6NumToString(ClientIP6 AS k),
    count() AS c
FROM hits_all
WHERE EventDate = today() AND substring(ClientIP6, 1, 12) != unhex('00000000000000000000FFFF')
GROUP BY k
ORDER BY c DESC
LIMIT 10

```

IPv6NumToString(ClientIP6)	c
2a02:2168:aaa:bbbb::2	24695
2a02:2698:abcd:abcd:abcd:8888:5555	22408
2a02:6b8:0:ffff:ff	16389
2a01:4f8:111:6666::2	16016
2a02:2168:888:222::1	15896
2a01:7e00::ffff:ffff:ffff:222	14774
2a02:8109:eee:ee:eeee:eeee:eeee:eeee	14443
2a02:810b:8888:888:8888:8888:8888:8888	14345
2a02:6b8:0:444:4444:4444:4444:4444	14279
2a01:7e00::ffff:ffff:ffff:ffff	13880

```

SELECT
    IPv6NumToString(ClientIP6 AS k),
    count() AS c
FROM hits_all
WHERE EventDate = today()
GROUP BY k
ORDER BY c DESC
LIMIT 10

```

IPv6NumToString(ClientIP6)	c
::ffff:94.26.111.111	747440
::ffff:37.143.222.4	529483
::ffff:5.166.111.99	317707
::ffff:46.38.11.77	263086
::ffff:79.105.111.111	186611
::ffff:93.92.111.88	176773
::ffff:84.53.111.33	158709
::ffff:217.118.11.22	154004
::ffff:217.118.11.33	148449
::ffff:217.118.11.44	148243

## IPv6StringToNum(s)

Функция, обратная к IPv6NumToString. Если IPv6 адрес в неправильном формате, то возвращает строку из нулевых байт. HEX может быть в любом регистре.

## IPv4ToIPv6(x)

Принимает число типа UInt32 . Интерпретирует его, как IPv4-адрес в big endian . Возвращает значение FixedString(16) , содержащее адрес IPv6 в двоичном формате. Примеры:

```

SELECT IPv6NumToString(IPv4ToIPv6(IPv4StringToNum('192.168.0.1'))) AS addr

```

addr
::ffff:192.168.0.1

## cutIPv6(x, bitsToCutForIPv6, bitsToCutForIPv4)

Принимает значение типа FixedString(16), содержащее IPv6-адрес в бинарном виде. Возвращает строку, содержащую адрес из указанного количества битов, удаленных в текстовом формате. Например:

```
WITH
IPv6StringToNum('2001:0DB8:AC10:FE01:FEED:BABE:CAFE:F00D') AS ipv6,
IPv4ToIPv6(IPv4StringToNum('192.168.0.1')) AS ipv4
SELECT
cutIPv6(ipv6, 2, 0),
cutIPv6(ipv4, 0, 2)
```

```
cutIPv6(ipv6, 2, 0)      cutIPv6(ipv4, 0, 2)
2001:db8:ac10:fe01:feed:babe:cafe:0 | ::ffff:192.168.0.0 |
```

### IPv4CIDRToRange(ipv4, cidr),

Принимает на вход IPv4 и значение UInt8 , содержащее CIDR. Возвращает кортеж с двумя IPv4, содержащими нижний и более высокий диапазон подсети.

```
SELECT IPv4CIDRToRange(toIPv4('192.168.5.2'), 16)
```

```
IPv4CIDRToRange(toIPv4('192.168.5.2'), 16)
('192.168.0.0','192.168.255.255')
```

### IPv6CIDRToRange(ipv6, cidr),

Принимает на вход IPv6 и значение UInt8 , содержащее CIDR. Возвращает кортеж с двумя IPv6, содержащими нижний и более высокий диапазон подсети.

```
SELECT IPv6CIDRToRange(toIPv6('2001:0db8:0000:85a3:0000:0000:ac1f:8001'), 32)
```

```
IPv6CIDRToRange(toIPv6('2001:0db8:0000:85a3:0000:0000:ac1f:8001'), 32)
('2001:db8::','2001:db8:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff')
```

### toIPv4(string)

Псевдоним функции IPv4StringToNum() которая принимает строку с адресом IPv4 и возвращает значение типа IPv4, которое равно значению, возвращаемому функцией IPv4StringToNum() .

```
WITH
'171.225.130.45' as IPv4_string
SELECT
toTypeName(IPv4StringToNum(IPv4_string)),
toTypeName(toIPv4(IPv4_string))
```

```
toTypeName(IPv4StringToNum(IPv4_string))      toTypeName(toIPv4(IPv4_string))
UInt32           | IPv4 |
```

```
WITH
```

```
'171.225.130.45' as IPv4_string
```

```
SELECT
```

```
hex(IPv4StringToNum(IPv4_string)),  
hex(toIPv4(IPv4_string))
```

```
hex(IPv4StringToNum(IPv4_string)) hex(toIPv4(IPv4_string))  
| ABE1822D | ABE1822D |
```

## toIPv6(string)

Псевдоним функции `IPv6StringToNum()` которая принимает строку с адресом IPv6 и возвращает значение типа `IPv6`, которое равно значению, возвращаемому функцией `IPv6StringToNum()`.

```
WITH
```

```
'2001:438:ffff::407d:1bc1' as IPv6_string
```

```
SELECT
```

```
toTypeName(IPv6StringToNum(IPv6_string)),  
toTypeName(toIPv6(IPv6_string))
```

```
toTypeName(IPv6StringToNum(IPv6_string)) toTypeName(toIPv6(IPv6_string))  
| FixedString(16) | IPv6 |
```

```
WITH
```

```
'2001:438:ffff::407d:1bc1' as IPv6_string
```

```
SELECT
```

```
hex(IPv6StringToNum(IPv6_string)),  
hex(toIPv6(IPv6_string))
```

```
hex(IPv6StringToNum(IPv6_string)) hex(toIPv6(IPv6_string))  
| 20010438FFFF0000000000407D1BC1 | 20010438FFFF000000000000407D1BC1 |
```

## Функции для работы с JSON.

В Яндекс.Метрике пользователями передаётся JSON в качестве параметров визитов. Для работы с таким JSON-ом, реализованы некоторые функции. (Хотя в большинстве случаев, JSON-ы дополнительно обрабатываются заранее, и полученные значения кладутся в отдельные столбцы в уже обработанном виде.) Все эти функции исходят из сильных допущений о том, каким может быть JSON, и при этом стараются почти ничего не делать.

Делают следующие допущения:

1. Имя поля (аргумент функции) должно быть константой;
2. Считается, что имя поля в JSON-е закодировано некоторым каноническим образом. Например,  
`visitParamHas('{"abc":"def"}', 'abc') = 1`, но `visitParamHas('"\u0061\u0062\u0063":"def"', 'abc') = 0`
3. Поля ищутся на любом уровне вложенности, без разбора. Если есть несколько подходящих полей - берётся первое.
4. В JSON-е нет пробельных символов вне строковых литералов.

### visitParamHas(params, name)

Проверить наличие поля с именем name.

## visitParamExtractUInt(params, name)

Распарсить UInt64 из значения поля с именем name. Если поле строковое - попытаться распарсить число из начала строки. Если такого поля нет, или если оно есть, но содержит не число, то вернуть 0.

## visitParamExtractInt(params, name)

Аналогично для Int64.

## visitParamExtractFloat(params, name)

Аналогично для Float64.

## visitParamExtractBool(params, name)

Распарсить значение true/false. Результат - UInt8.

## visitParamExtractRaw(params, name)

Вернуть значение поля, включая разделители.

Примеры:

```
visitParamExtractRaw("{\"abc\":\"\\n\\u0000\"}, 'abc') = '\"\\n\\u0000\"'  
visitParamExtractRaw("{\"abc\":{\"def':[1,2,3]}}', 'abc') = '{"def':[1,2,3]}'
```

## visitParamExtractString(params, name)

Распарсить строку в двойных кавычках. У значения убирается экранирование. Если убрать экранированные символы не удалось, то возвращается пустая строка.

Примеры:

```
visitParamExtractString("{\"abc\":\"\\n\\u0000\"}, 'abc') = '\\n\\0'  
visitParamExtractString("{\"abc\":\"\\u263a\"}, 'abc') = '◎'  
visitParamExtractString("{\"abc\":\"\\u263\"}, 'abc') = ''  
visitParamExtractString("{\"abc\":\"hello\"}, 'abc') = ''
```

На данный момент, не поддерживаются записанные в формате \uXXXX\uYYYY кодовые точки не из basic multilingual plane (они переводятся не в UTF-8, а в CESU-8).

Следующие функции используют [simdjson](#) который разработан по более сложны требованиям для разбора JSON. Упомянутое выше предположение 2 по-прежнему применимо.

## isValidJSON(json)

Проверяет, является ли переданная строка валидным json значением.

Примеры:

```
SELECT isValidJSON('{"a": "hello", "b": [-100, 200.0, 300]}) = 1  
SELECT isValidJSON('not a json') = 0
```

## JSONHas(json[, indices\_or\_keys]...)

Если значение существует в документе JSON, то возвращается 1 .

Если значение не существует, то возвращается 0 .

Примеры:

```
SELECT JSONHas('{"a": "hello", "b": [-100, 200.0, 300]}', 'b') = 1  
SELECT JSONHas('{"a": "hello", "b": [-100, 200.0, 300]}', 'b', 4) = 0
```

indices\_or\_keys — это список из нуля или более аргументов каждый из них может быть либо строкой либо целым числом.

- Стока — это доступ к объекту по ключу.
- Положительное целое число — это доступ к n-му члену/ключу с начала.
- Отрицательное целое число — это доступ к n-му члену/ключу с конца.

Адресация элементов по индексу начинается с 1, следовательно элемент 0 не существует.

Вы можете использовать целые числа, чтобы адресовать как массивы JSON, так и JSON-объекты.

Примеры:

```
SELECT JSONExtractKey('{"a": "hello", "b": [-100, 200.0, 300]}', 1) = 'a'  
SELECT JSONExtractKey('{"a": "hello", "b": [-100, 200.0, 300]}', 2) = 'b'  
SELECT JSONExtractKey('{"a": "hello", "b": [-100, 200.0, 300]}', -1) = 'b'  
SELECT JSONExtractKey('{"a": "hello", "b": [-100, 200.0, 300]}', -2) = 'a'  
SELECT JSONExtractString('{"a": "hello", "b": [-100, 200.0, 300]}', 1) = 'hello'
```

## JSONLength(json[, indices\_or\_keys]...)

Возвращает длину массива JSON или объекта JSON.

Если значение не существует или имеет неверный тип, то возвращается 0 .

Примеры:

```
SELECT JSONLength('{"a": "hello", "b": [-100, 200.0, 300]}', 'b') = 3  
SELECT JSONLength('{"a": "hello", "b": [-100, 200.0, 300]}') = 2
```

## JSONType(json[, indices\_or\_keys]...)

Возвращает тип значения JSON.

Если значение не существует, то возвращается Null .

Примеры:

```
SELECT JSONType('{"a": "hello", "b": [-100, 200.0, 300]}') = 'Object'  
SELECT JSONType('{"a": "hello", "b": [-100, 200.0, 300]}', 'a') = 'String'  
SELECT JSONType('{"a": "hello", "b": [-100, 200.0, 300]}', 'b') = 'Array'
```

## JSONExtractUInt(json[, indices\_or\_keys]...)

## JSONExtractInt(json[, indices\_or\_keys]...)

`JSONExtractFloat(json[, indices_or_keys]...)`

`JSONExtractBool(json[, indices_or_keys]...)`

Парсит JSON и извлекает значение. Эти функции аналогичны функциям `visitParam`.

Если значение не существует или имеет неверный тип, то возвращается 0.

Примеры:

```
SELECT JSONExtractInt('{"a": "hello", "b": [-100, 200.0, 300]}', 'b', 1) = -100
SELECT JSONExtractFloat('{"a": "hello", "b": [-100, 200.0, 300]}', 'b', 2) = 200.0
SELECT JSONExtractUInt('{"a": "hello", "b": [-100, 200.0, 300]}', 'b', -1) = 300
```

`JSONExtractString(json[, indices_or_keys]...)`

Парсит JSON и извлекает строку. Эта функция аналогична функции `visitParamExtractString`.

Если значение не существует или имеет неверный тип, то возвращается пустая строка.

У значения убирается экранирование. Если убрать экранированные символы не удалось, то возвращается пустая строка.

Примеры:

```
SELECT JSONExtractString('{"a": "hello", "b": [-100, 200.0, 300]}', 'a') = 'hello'
SELECT JSONExtractString('{"abc": "\n\u0000"}', 'abc') = '\n\0'
SELECT JSONExtractString('{"abc": "\u263a"}', 'abc') = '☺'
SELECT JSONExtractString('{"abc": "\u2639"}', 'abc') =
SELECT JSONExtractString('{"abc": "hello"}', 'abc') = "
```

`JSONExtract(json[, indices_or_keys...], return_type)`

Парсит JSON и извлекает значение с заданным типом данных.

Это обобщение предыдущих функций `JSONExtract<type>`. Это означает `JSONExtract(..., 'String')` выдает такой же результат, как `JSONExtractString()`, `JSONExtract(..., 'Float64')` выдает такой же результат, как `JSONExtractFloat()`.

Примеры:

```
SELECT JSONExtract('{"a": "hello", "b": [-100, 200.0, 300]}', 'Tuple(String, Array(Float64))') = ('hello',[-100,200,300])
SELECT JSONExtract('{"a": "hello", "b": [-100, 200.0, 300]}', 'Tuple(b Array(Float64), a String)') = ([-100,200,300],'hello')
SELECT JSONExtract('{"a": "hello", "b": [-100, 200.0, 300]}', 'b', 'Array(Nullable(Int8)))') = [-100, NULL, NULL]
SELECT JSONExtract('{"a": "hello", "b": [-100, 200.0, 300]}', 'b', 4, 'Nullable(Int64)') = NULL
SELECT JSONExtract('{"passed": true}', 'passed', 'UInt8') = 1
SELECT JSONExtract('{"day": "Thursday"}', 'day', 'Enum8(\\"Sunday\\" = 0, \\"Monday\\" = 1, \\"Tuesday\\" = 2, \\"Wednesday\\" = 3, \\"Thursday\\" = 4,
\\"Friday\\" = 5, \\"Saturday\\" = 6)') = 'Thursday'
SELECT JSONExtract('{"day": 5}', 'day', 'Enum8(\\"Sunday\\" = 0, \\"Monday\\" = 1, \\"Tuesday\\" = 2, \\"Wednesday\\" = 3, \\"Thursday\\" = 4, \\"Friday\\" = 5,
\\"Saturday\\" = 6)') = 'Friday'
```

`JSONExtractKeysAndValues(json[, indices_or_keys...], value_type)`

Разбор пар ключ-значение из JSON, где значение имеет тип данных ClickHouse.

Пример:

```
SELECT JSONExtractKeysAndValues('{"x": {"a": 5, "b": 7, "c": 11}}', 'x', 'Int8') = [(a,5),(b,7),(c,11)];
```

## **JSONExtractRaw(json[, indices\_or\_keys]...)**

Возвращает часть JSON в виде строки, содержащей неразобранную подстроку.

Если значение не существует, то возвращается пустая строка.

Пример:

```
SELECT JSONExtractRaw('{"a": "hello", "b": [-100, 200.0, 300]}', 'b') = '[-100, 200.0, 300]'
```

## **JSONExtractArrayRaw(json[, indices\_or\_keys]...)**

Возвращает массив из элементов JSON массива, каждый из которых представлен в виде строки с неразобранными подстроками из JSON.

Если значение не существует или не является массивом, то возвращается пустой массив.

Пример:

```
SELECT JSONExtractArrayRaw('{"a": "hello", "b": [-100, 200.0, "hello"]}', 'b') = ['-100', '200.0', '"hello"]'
```

# **ФУНКЦИИ ВЫСШЕГО ПОРЯДКА**

## **Оператор `->`, функция `lambda(params, expr)`**

Позволяет описать лямбда-функцию для передачи в функцию высшего порядка. Слева от стрелочки стоит формальный параметр - произвольный идентификатор, или несколько формальных параметров - произвольные идентификаторы в кортеже. Справа от стрелочки стоит выражение, в котором могут использоваться эти формальные параметры, а также любые столбцы таблицы.

Примеры: `x -> 2 * x`, `str -> str != Referer`.

Функции высшего порядка, в качестве своего функционального аргумента могут принимать только лямбда-функции.

В функции высшего порядка может быть передана лямбда-функция, принимающая несколько аргументов. В этом случае, в функцию высшего порядка передаётся несколько массивов одинаковых длин, которым эти аргументы будут соответствовать.

Для некоторых функций, например `arrayCount` или `arraySum`, первый аргумент (лямбда-функция) может отсутствовать. В этом случае, подразумевается тождественное отображение.

Для функций, перечисленных ниже, лямбда-функцию должна быть указана всегда:

- [arrayMap](#)
- [arrayFilter](#)
- [arrayFirst](#)
- [arrayFirstIndex](#)

## **arrayMap(func, arr1, ...)**

Вернуть массив, полученный на основе результатов применения функции `func` к каждому элементу массива `arr`.

Примеры:

```
SELECT arrayMap(x -> (x + 2), [1, 2, 3]) AS res;
```

```
res  
[3,4,5]
```

Следующий пример показывает, как создать кортежи из элементов разных массивов:

```
SELECT arrayMap((x, y) -> (x, y), [1, 2, 3], [4, 5, 6]) AS res
```

```
res  
[(1,4),(2,5),(3,6)]
```

Обратите внимание, что у функции `arrayMap` первый аргумент (лямбда-функция) не может быть опущен.

### **arrayFilter(func, arr1, ...)**

Вернуть массив, содержащий только те элементы массива `arr1`, для которых функция `func` возвращает не 0.

Примеры:

```
SELECT arrayFilter(x -> x LIKE '%World%', ['Hello', 'abc World']) AS res
```

```
res  
['abc World']
```

```
SELECT  
arrayFilter(  
    (i, x) -> x LIKE '%World%',  
    arrayEnumerate(arr),  
    ['Hello', 'abc World'] AS arr)  
AS res
```

```
res  
[2]
```

Обратите внимание, что у функции `arrayFilter` первый аргумент (лямбда-функция) не может быть опущен.

### **arrayCount([func,] arr1, ...)**

Вернуть количество элементов массива `arr`, для которых функция `func` возвращает не 0. Если `func` не указана - вернуть количество ненулевых элементов массива.

### **arrayExists([func,] arr1, ...)**

Вернуть 1, если существует хотя бы один элемент массива `arr`, для которого функция `func` возвращает не 0. Иначе вернуть 0.

### **arrayAll([func,] arr1, ...)**

Вернуть 1, если для всех элементов массива `arr`, функция `func` возвращает не 0. Иначе вернуть 0.

### **arraySum([func,] arr1, ...)**

Вернуть сумму значений функции `func`. Если функция не указана - просто вернуть сумму элементов массива.

## **arrayFirst(func, arr1, ...)**

Вернуть первый элемент массива `arr1`, для которого функция `func` возвращает не 0.

Обратите внимание, что у функции `arrayFirst` первый аргумент (лямбда-функция) не может быть опущен.

## **arrayFirstIndex(func, arr1, ...)**

Вернуть индекс первого элемента массива `arr1`, для которого функция `func` возвращает не 0.

Обратите внимание, что у функции `arrayFirstFilter` первый аргумент (лямбда-функция) не может быть опущен.

## **arrayCumSum([func,] arr1, ...)**

Возвращает массив из частичных сумм элементов исходного массива (сумма с накоплением). Если указана функция `func`, то значения элементов массива преобразуются этой функцией перед суммированием.

Пример:

```
SELECT arrayCumSum([1, 1, 1, 1]) AS res
```

```
res  
[1, 2, 3, 4]
```

## **arraySort([func,] arr1, ...)**

Возвращает отсортированный в восходящем порядке массив `arr1`. Если задана функция `func`, то порядок сортировки определяется результатом применения функции `func` на элементы массива (массивов).

Для улучшения эффективности сортировки применяется [Преобразование Шварца](#).

Пример:

```
SELECT arraySort((x, y) -> y, ['hello', 'world'], [2, 1]);
```

```
res  
['world', 'hello']
```

Подробная информация о методе `arraySort` приведена в разделе [Функции по работе с массивами](#).

## **arrayReverseSort([func,] arr1, ...)**

Возвращает отсортированный в нисходящем порядке массив `arr1`. Если задана функция `func`, то порядок сортировки определяется результатом применения функции `func` на элементы массива (массивов).

Пример:

```
SELECT arrayReverseSort((x, y) -> y, ['hello', 'world'], [2, 1]) as res;
```

```
res  
['hello', 'world']
```

Подробная информация о методе `arrayReverseSort` приведена в разделе [Функции по работе с массивами](#).

# Функции для работы с внешними словарями

Информацию о подключении и настройке внешних словарей смотрите в разделе [Внешние словари](#).

## dictGet

Извлекает значение из внешнего словаря.

```
dictGet('dict_name', 'attr_name', id_expr)
dictGetOrDefault('dict_name', 'attr_name', id_expr, default_value_expr)
```

### Параметры

- `dict_name` — имя словаря. [Строковый литерал](#).
- `attr_name` — имя столбца словаря. [Строковый литерал](#).
- `id_expr` — значение ключа словаря. [Выражение](#), возвращающее значение типа `UInt64` или `Tuple` в зависимости от конфигурации словаря.
- `default_value_expr` — значение, возвращаемое в том случае, когда словарь не содержит строки с заданным ключом `id_expr`. [Выражение](#) возвращающее значение с типом данных, сконфигурированным для атрибута `attr_name`.

### Возвращаемое значение

- Значение атрибута, соответствующее ключу `id_expr`, если ClickHouse смог привести это значение к [заданному типу данных](#).
- Если ключа, соответствующего `id_expr` в словаре нет, то:
  - `dictGet` возвращает содержимое элемента `<null_value>`, указанного для атрибута в конфигурации словаря.
  - `dictGetOrDefault` возвращает атрибут `default_value_expr`.

Если значение атрибута не удалось обработать или оно не соответствует типу данных атрибута, то ClickHouse генерирует исключение.

### Пример

Создадим текстовый файл `ext-dict-text.csv` со следующим содержимым:

```
1,1
2,2
```

Первый столбец — `id`, второй столбец — `c1`.

Настройка внешнего словаря:

```
<yandex>
  <dictionary>
    <name>ext-dict-test</name>
    <source>
      <file>
        <path>/path-to/ext-dict-test.csv</path>
        <format>CSV</format>
      </file>
    </source>
    <layout>
      <flat />
    </layout>
    <structure>
      <id>
        <name>id</name>
      </id>
      <attribute>
        <name>c1</name>
        <type>UInt32</type>
        <null_value></null_value>
      </attribute>
    </structure>
    <lifetime>0</lifetime>
  </dictionary>
</yandex>
```

Выполним запрос:

```
SELECT
  dictGetOrDefault('ext-dict-test', 'c1', number + 1, toUInt32(number * 10)) AS val,
  toTypeName(val) AS type
FROM system.numbers
LIMIT 3
```

val	type
1	UInt32
2	UInt32
20	UInt32

Смотрите также

- [Внешние словари](#)

## dictHas

Проверяет, присутствует ли запись с указанным ключом в словаре.

```
dictHas('dict_name', id)
```

### Параметры

- `dict_name` — имя словаря. [Строковый литерал](#).
- `id_expr` — значение ключа словаря. [Выражение](#), возвращающее значение типа [UInt64](#).

### Возвращаемое значение

- 0, если ключа нет.
- 1, если ключ есть.

Тип — `UInt8`.

## dictGetHierarchy

Для иерархического словаря возвращает массив ключей словаря, начиная с переданного `id_expr` и продолжая цепочкой родительских элементов.

```
dictGetHierarchy('dict_name', id)
```

### Параметры

- `dict_name` — имя словаря. [Строковый литерал](#).
- `id_expr` — значение ключа словаря. [Выражение](#), возвращающее значение типа [UInt64](#).

### Возвращаемое значение

Иерархия ключей словаря.

Тип — `Array(UInt64)`.

## dictIsIn

Проверяет предка ключа по всей иерархической цепочке словаря.

```
dictIsIn ('dict_name', child_id_expr, ancestor_id_expr)
```

### Параметры

- `dict_name` — имя словаря. [Строковый литерал](#).
- `child_id_expr` — ключ для проверки. [Выражение](#), возвращающее значение типа [UInt64](#).
- `ancestor_id_expr` — предполагаемый предок ключа `child_id_expr`. [Выражение](#), возвращающее значение типа [UInt64](#).

### Возвращаемое значение

- 0, если `child_id_expr` — не дочерний элемент `ancestor_id_expr`.
- 1, если `child_id_expr` — дочерний элемент `ancestor_id_expr` или если `child_id_expr` есть `ancestor_id_expr`.

Тип — `UInt8`.

## Прочие функции

ClickHouse поддерживает специализированные функции, которые приводят значения атрибутов словаря к определённому типу данных независимо от конфигурации словаря.

Функции:

- `dictGetInt8` , `dictGetInt16` , `dictGetInt32` , `dictGetInt64`
- `dictGetUInt8` , `dictGetUInt16` , `dictGetUInt32` , `dictGetUInt64`
- `dictGetFloat32` , `dictGetFloat64`
- `dictGetDate`
- `dictGetDateTime`
- `dictGetUUID`
- `dictGetString`

Все эти функции можно использовать с модификатором `OrDefault`. Например, `dictGetDateOrDefault`.

Синтаксис:

```
dictGet[Type]('dict_name', 'attr_name', id_expr)
dictGet[Type]OrDefault('dict_name', 'attr_name', id_expr, default_value_expr)
```

Параметры

- `dict_name` — имя словаря. [Строковый литерал](#).
- `attr_name` — имя столбца словаря. [Строковый литерал](#).
- `id_expr` — значение ключа словаря. [Выражение](#), возвращающее значение типа [UInt64](#).
- `default_value_expr` — значение, возвращаемое в том случае, когда словарь не содержит строки с заданным ключом `id_expr`. [Выражение](#) возвращающее значение с типом данных, сконфигурированным для атрибута `attr_name`.

Возвращаемое значение

- Если ClickHouse успешно обработал атрибут в соответствии с [заданным типом данных](#), то функции возвращают значение атрибута, соответствующее ключу `id_expr`.
- Если запрошенного `id_expr` нет в словаре, то:
  - `dictGet[Type]` возвращает содержимое элемента `<null_value>`, указанного для атрибута в конфигурации словаря.
  - `dictGet[Type]OrDefault` возвращает аргумент `default_value_expr`.

Если значение атрибута не удалось обработать или оно не соответствует типу данных атрибута, то ClickHouse генерирует исключение.

## Функции для работы со словарями Яндекс.Метрики

Чтобы указанные ниже функции работали, в конфиге сервера должны быть указаны пути и адреса для получения всех словарей Яндекс.Метрики. Словари загружаются при первом вызове любой из этих функций. Если справочники не удаётся загрузить - будет выкинуто исключение.

О том, как создать справочники, смотрите в разделе "Словари".

### Множественные геобазы

ClickHouse поддерживает работу одновременно с несколькими альтернативными геобазами (иерархиями регионов), для того чтобы можно было поддержать разные точки зрения о принадлежности регионов странам.

В конфиге `clickhouse-server` указывается файл с иерархией регионов:

```
<path_to_regions_hierarchy_file>/opt/geo/regions_hierarchy.txt</path_to_regions_hierarchy_file>
```

Кроме указанного файла, рядом ищутся файлы, к имени которых (до расширения) добавлен символ `_` и какой угодно суффикс. Например, также найдётся файл `/opt/geo/regions_hierarchy_ua.txt`, если такой есть.

`ua` называется ключом словаря. Для словаря без суффикса, ключ является пустой строкой.

Все словари перезагружаются в рантайме (раз в количество секунд, заданное в конфигурационном параметре `builtin_dictionaries_reload_interval`, по умолчанию - раз в час), но перечень доступных словарей определяется один раз, при старте сервера.

Во все функции по работе с регионами, в конце добавлен один необязательный аргумент - ключ словаря. Далее он обозначен как `geobase`. Пример:

```
regionToCountry(RegionID) - использует словарь по умолчанию: /opt/geo/regions_hierarchy.txt;
regionToCountry(RegionID, '') - использует словарь по умолчанию: /opt/geo/regions_hierarchy.txt;
regionToCountry(RegionID, 'ua') - использует словарь для ключа ua: /opt/geo/regions_hierarchy_ua.txt;
```

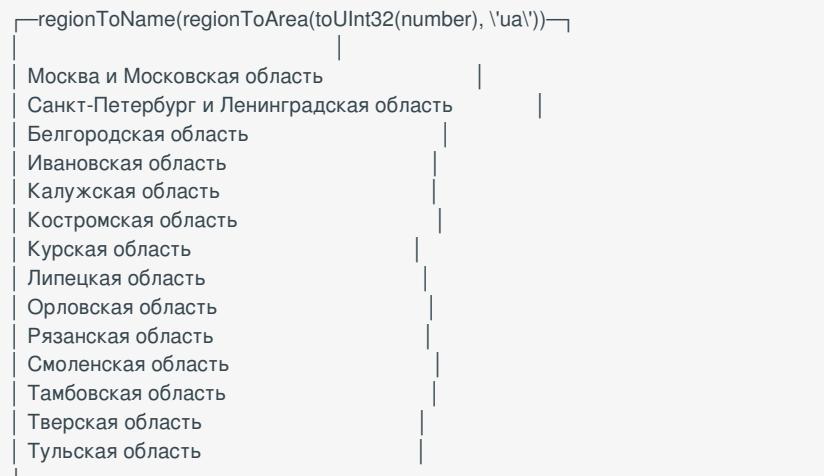
### **regionToCity(id[, geobase])**

Принимает число типа UInt32 - идентификатор региона из геобазы Яндекса. Если регион является городом или входит в некоторый город, то возвращает идентификатор региона - соответствующего города. Иначе возвращает 0.

### **regionToArea(id[, geobase])**

Переводит регион в область (тип в геобазе - 5). В остальном, аналогично функции regionToCity.

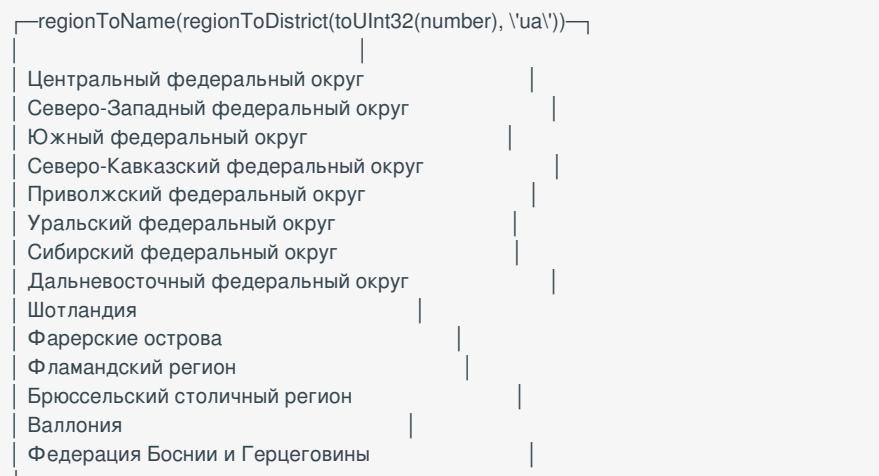
```
SELECT DISTINCT regionToName(regionToArea(toUInt32(number), 'ua'))
FROM system.numbers
LIMIT 15
```



### **regionToDistrict(id[, geobase])**

Переводит регион в федеральный округ (тип в геобазе - 4). В остальном, аналогично функции regionToCity.

```
SELECT DISTINCT regionToName(regionToDistrict(toUInt32(number), 'ua'))
FROM system.numbers
LIMIT 15
```



### **regionToCountry(id[, geobase])**

Переводит регион в страну. В остальном, аналогично функции regionToCity. Пример: regionToCountry(toUInt32(213)) = 225 - преобразовали Москву (213) в Россию (225).

### **regionToContinent(id[, geobase])**

Переводит регион в континент. В остальном, аналогично функции regionToCity. Пример: regionToContinent(toUInt32(213)) = 10001 - преобразовали Москву (213) в Евразию (10001).

### **regionToPopulation(id[, geobase])**

Получает население для региона. Население может быть прописано в файлах с геобазой. Смотрите в разделе "Встроенные словари". Если для региона не прописано население, возвращается 0. В геобазе Яндекса, население может быть прописано для дочерних регионов, но не прописано для родительских.

### **regionIn(lhs, rhs[, geobase])**

Проверяет принадлежность региона lhs региону rhs. Возвращает число типа UInt8, равное 1, если принадлежит и 0, если не принадлежит. Отношение рефлексивное - любой регион принадлежит также самому себе.

### **regionHierarchy(id[, geobase])**

Принимает число типа UInt32 - идентификатор региона из геобазы Яндекса. Возвращает массив идентификаторов регионов, состоящий из переданного региона и всех родителей по цепочке. Пример: regionHierarchy(toUInt32(213)) = [213,1,3,225,10001,10000] .

### **regionToName(id[, lang])**

Принимает число типа UInt32 - идентификатор региона из геобазы Яндекса. Вторым аргументом может быть передана строка - название языка. Поддерживаются языки ru, en, ua, uk, by, kz, tr. Если второй аргумент отсутствует - используется язык ru. Если язык не поддерживается - кидается исключение. Возвращает строку - название региона на соответствующем языке. Если региона с указанным идентификатором не существует - возвращается пустая строка.

ua и uk обозначают одно и то же - украинский язык.

## Функции для реализации оператора IN.

in, notIn, globalIn, globalNotIn

Смотрите раздел [Операторы IN](#).

### **tuple(x, y, ...), оператор (x, y, ...)**

Функция, позволяющая сгруппировать несколько столбцов. Для столбцов, имеющих типы T1, T2, ... возвращает кортеж типа Tuple(T1, T2, ...), содержащий эти столбцы. Выполнение функции ничего не стоит. Кортежи обычно используются как промежуточное значение в качестве аргумента операторов IN, или для создания списка формальных параметров лямбда-функций. Кортежи не могут быть записаны в таблицу.

### **tupleElement(tuple, n), оператор x.N**

Функция, позволяющая достать столбец из кортежа. N - индекс столбца начиная с 1. N должно быть константой. N должно быть целым строго положительным числом не большим размера кортежа. Выполнение функции ничего не стоит.

## Функция arrayJoin

Это совсем необычная функция.

Обычные функции не изменяют множество строк, а лишь изменяют значения в каждой строке (map). Агрегатные функции выполняют свёртку множества строк (fold, reduce). Функция arrayJoin выполняет размножение каждой строки в множество строк (unfold).

Функция принимает в качестве аргумента массив, и размножает исходную строку в несколько строк - по числу элементов массива. Все значения в столбцах просто копируются, кроме значения в столбце с применением этой функции - он заменяется на соответствующее значение массива.

В запросе может быть использовано несколько функций arrayJoin . В этом случае, соответствующее преобразование делается несколько раз.

Обратите внимание на синтаксис ARRAY JOIN в запросе SELECT, который предоставляет более широкие возможности.

Пример:

```
SELECT arrayJoin([1, 2, 3] AS src) AS dst, 'Hello', src
```

dst	'Hello'	src
1	Hello	[1,2,3]
2	Hello	[1,2,3]
3	Hello	[1,2,3]

## Функции для работы с географическими координатами

### greatCircleDistance

Вычисляет расстояние между двумя точками на поверхности Земли по[формуле большого круга](#).

```
greatCircleDistance(lon1Deg, lat1Deg, lon2Deg, lat2Deg)
```

Входные параметры

- `lon1Deg` — долгота первой точки в градусах. Диапазон —  $[-180^\circ, 180^\circ]$  .
- `lat1Deg` — широта первой точки в градусах. Диапазон —  $[-90^\circ, 90^\circ]$  .
- `lon2Deg` — долгота второй точки в градусах. Диапазон —  $[-180^\circ, 180^\circ]$  .
- `lat2Deg` — широта второй точки в градусах. Диапазон —  $[-90^\circ, 90^\circ]$  .

Положительные значения соответствуют северной широте и восточной долготе, отрицательные — южной широте и западной долготе.

Возвращаемое значение

Расстояние между двумя точками на поверхности Земли в метрах.

Генерирует исключение, когда значения входных параметров выходят за границы диапазонов.

Пример

```
SELECT greatCircleDistance(55.755831, 37.617673, -55.755831, -37.617673)
```

```
greatCircleDistance(55.755831, 37.617673, -55.755831, -37.617673)
14132374.194975413 |
```

## greatCircleAngle

Вычисляет угловое расстояние на сфере по [формуле большого круга](#).

```
greatCircleDistance(lon1Deg, lat1Deg, lon2Deg, lat2Deg)
```

Входные параметры

- `lon1Deg` — долгота первой точки в градусах.
- `lat1Deg` — широта первой точки в градусах.
- `lon2Deg` — долгота второй точки в градусах.
- `lat2Deg` — широта второй точки в градусах.

Возвращаемое значение

Длина дуги большого круга между двумя точками в градусах.

Пример

```
SELECT greatCircleAngle(0, 0, 45, 0) AS arc
```

```
arc
45 |
```

## pointInEllipses

Проверяет, принадлежит ли точка хотя бы одному из эллипсов. Координаты — геометрические в декартовой системе координат.

```
pointInEllipses(x, y, x0, y0, a0, b0,...,xn, yn, an, bn)
```

Входные параметры

- `x, y` — координаты точки на плоскости.
- `xi, yi` — координаты центра  $i$ -го эллипса.
- `ai, bi` — полуоси  $i$ -го эллипса (в единицах измерения координат x,y).

Входных параметров должно быть  $2+4\cdot n$ , где  $n$  — количество эллипсов.

Возвращаемые значения

1, если точка внутри хотя бы одного из эллипсов, 0, если нет.

Пример

```
SELECT pointInEllipses(10., 10., 10., 9.1, 1., 0.9999)
```

```
└─pointInEllipses(10., 10., 10., 9.1, 1., 0.9999)─  
    1 |
```

## pointInPolygon

Проверяет, принадлежит ли точка многоугольнику на плоскости.

```
pointInPolygon((x, y), [(a, b), (c, d) ...], ...)
```

### Входные значения

- $(x, y)$  — координаты точки на плоскости. Тип данных — [Tuple](#) — кортеж из двух чисел.
- $[(a, b), (c, d) \dots]$  — вершины многоугольника. Тип данных — [Array](#). Каждая вершина представлена парой координат  $(a, b)$ . Вершины следует указывать в порядке обхода по или против часовой стрелки. Минимальное количество вершин — 3. Многоугольник должен быть константным.
- функция поддерживает также многоугольники с дырками (вырезанными кусками). Для этого случая, добавьте многоугольники, описывающие вырезанные куски, дополнительными аргументами функции. Функция не поддерживает не односвязные многоугольники.

### Возвращаемые значения

1 , если точка внутри многоугольника, 0 , если нет. Если точка находится на границе многоугольника, функция может возвращать как 0, так и 1.

### Пример

```
SELECT pointInPolygon((3., 3.), [(6, 0), (8, 4), (5, 8), (0, 2)]) AS res
```

```
└─res─  
    1 |
```

## geohashEncode

Кодирует широту и долготу в строку geohash,смотрите <http://geohash.org/>, <https://en.wikipedia.org/wiki/Geohash>

```
geohashEncode(longitude, latitude, [precision])
```

### Входные значения

- longitude — долгота. Диапазон —  $[-180^\circ, 180^\circ]$ .
- latitude — широта. Диапазон —  $[-90^\circ, 90^\circ]$ .
- precision — длина результирующей строки, по умолчанию 12 . Опционально. Целое число в диапазоне [1, 12] . Любое значение меньше, чем 1 или больше 12 автоматически преобразуются в 12 .

### Возвращаемые значения

- Стока с координатой, закодированной модифицированной версией алфавита base32.

### Пример

```
SELECT geohashEncode(-5.60302734375, 42.593994140625, 0) AS res
```

```
└── res
    └── ezs42d000000 |
```

## geohashDecode

Декодирует любую строку, закодированную в geohash, на долготу и широту.

```
geohashDecode(geohash_string)
```

Входные значения

- `geohash_string` — строка, содержащая geohash.

Возвращаемые значения

- `(longitude, latitude)` — широта и долгота. Кортеж из двух значений типа `Float64`.

Пример

```
SELECT geohashDecode('ezs42') AS res
```

```
└── res
    └── (-5.60302734375,42.60498046875) |
```

## h3IsValid

Проверяет корректность H3-индекса.

```
h3IsValid(h3index)
```

Входные значения

- `h3index` — идентификатор шестиугольника. Тип данных — `UInt64`.

Возвращаемые значения

- 0 — число не является H3-индексом
- 1 — число является H3-индексом

Тип — `UInt8`.

Пример

```
SELECT h3IsValid(630814730351855103) as h3IsValid
```

```
└── h3IsValid
    └── 1 |
```

## h3GetResolution

Извлекает разрешение H3-индекса.

```
h3GetResolution(h3index)
```

## Входные значения

- `h3index` — идентификатор шестиугольника. Тип данных — [UInt64](#).

## Возвращаемые значения

- Разрешение сетки, от 0 до 15.
- Для несуществующего идентификатора может быть возвращено произвольное значение, используйте [h3IsValid](#) для проверки идентификаторов

Тип — [UInt8](#).

## Пример

```
SELECT h3GetResolution(639821929606596015) as resolution
```

```
resolution  
14 |
```

## h3EdgeAngle

Информирует о среднем размере стороны шестигранника H3 в градусах

```
h3EdgeAngle(resolution)
```

## Входные значения

- `resolution` — требуемое разрешение индекса. Тип данных — [UInt8](#). Диапазон возможных значений — [0, 15].

## Возвращаемые значения

Средняя длина стороны многоугольника H3 в градусах, тип — [Float64](#).

## Пример

```
SELECT h3EdgeAngle(10) as edgeAngle
```

```
h3EdgeAngle(10)  
0.0005927224846720883 |
```

## h3EdgeLengthM

Информирует о среднем размере стороны шестигранника H3 в метрах

```
h3EdgeLengthM(resolution)
```

## Входные значения

- `resolution` — требуемое разрешение индекса. Тип данных — [UInt8](#). Диапазон возможных значений — [0, 15].

## Возвращаемые значения

Средняя длина стороны многоугольника H3 в метрах, тип — [Float64](#).

## Пример

```
SELECT h3EdgeLengthM(15) as edgeLengthM
```

```
└── edgeLengthM └─  
    0.509713273 |
```

## geoToH3

Возвращает H3 индекс точки (`lon, lat`) с заданным разрешением.

H3 - это географическая система индексации, в которой поверхность Земли разделена на ровные шестиугольные плитки. Эта система иерархична, то есть каждый шестиугольник на верхнем уровне может быть разбит на семь еще более мелких и так далее.

H3 индекс используется в основном для определения местоположения с помощью карт и других геопространственных манипуляций.

## Синтаксис

```
geoToH3(lon, lat, resolution)
```

## Параметры

- `lon` — географическая долгота. Тип данных — [Float64](#).
- `lat` — географическая широта. Тип данных — [Float64](#).
- `resolution` — требуемое разрешение индекса. Тип данных — [UInt8](#). Диапазон возможных значений — [0, 15].

## Возвращаемые значения

- Порядковый номер шестиугольника.
- 0 в случае ошибки.

Тип — [UInt64](#).

## Пример

Запрос:

```
SELECT geoToH3(37.79506683, 55.71290588, 15) as h3Index
```

Ответ:

```
└── h3Index └─  
    644325524701193974 |
```

## h3kRing

Возвращает H3-индексы шестиугольников в радиусе `k` от данного в произвольном порядке

```
h3kRing(h3index, k)
```

## Входные значения

- `h3index` — идентификатор шестиугольника. Тип данных — [UInt64](#).
- `k` — радиус. Тип данных — [целое число](#)

## Возвращаемые значения

[Массив](#) из H3-индексов типа [UInt64](#).

### Пример

```
SELECT arrayJoin(h3kRing(644325529233966508, 1)) AS h3index
```

h3index
644325529233966508
644325529233966497
644325529233966510
644325529233966504
644325529233966509
644325529233966355
644325529233966354

## Функции для работы с Nullable-аргументами

### isNull

Проверяет является ли аргумент [NULL](#).

```
isNull(x)
```

### Параметры

- `x` — значение с не составным типом данных.

## Возвращаемое значение

- `1`, если `x` — `NULL`.
- `0`, если `x` — не `NULL`.

### Пример

## Входная таблица

x	y
1	NULL
2	3

## Запрос

```
SELECT x FROM t_null WHERE isNull(y)
```

x
1

## isNotNull

Проверяет не является ли аргумент `NULL`.

```
isNotNull(x)
```

### Параметры

- `x` — значение с не составным типом данных.

### Возвращаемое значение

- `0`, если `x` — `NULL`.
- `1`, если `x` — не `NULL`.

### Пример

#### Входная таблица

x	y
1	NULL
2	3

#### Запрос

```
SELECT x FROM t_null WHERE isNotNull(y)
```

x
2

## coalesce

Последовательно слева-направо проверяет являются ли переданные аргументы `NULL` и возвращает первый не `NULL`.

```
coalesce(x,...)
```

### Параметры

- Произвольное количество параметров не составного типа. Все параметры должны быть совместимы по типу данных.

### Возвращаемые значения

- Первый не `NULL` аргумент.
- `NULL`, если все аргументы — `NULL`.

### Пример

Рассмотрим адресную книгу, в которой может быть указано несколько способов связи с клиентом.

name	mail	phone	icq
client 1	NULL	123-45-67	123
client 2	NULL	NULL	NULL

Поля `mail` и `phone` имеют тип `String`, а поле `icq` — `UInt32`, его необходимо будет преобразовать в `String`.

Получим из адресной книги первый доступный способ связаться с клиентом:

```
SELECT coalesce(mail, phone, CAST(icq,'Nullable(String)')) FROM aBook
```

name	coalesce(mail, phone, CAST(icq, 'Nullable(String)'))
client 1	123-45-67
client 2	NULL

## ifNull

Возвращает альтернативное значение, если основной аргумент — `NULL`.

```
ifNull(x,alt)
```

Параметры

- `x` — значение для проверки на `NULL`,
- `alt` — значение, которое функция вернёт, если `x` — `NULL`.

Возвращаемые значения

- Значение `x`, если `x` — не `NULL`.
- Значение `alt`, если `x` — `NULL`.

Пример

```
SELECT ifNull('a', 'b')
```

ifNull('a', 'b')
a

```
SELECT ifNull(NULL, 'b')
```

ifNull(NULL, 'b')
b

## nullIf

Возвращает `NULL`, если аргументы равны.

```
nullIf(x, y)
```

Параметры

`x`, `y` — значения для сравнения. Они должны быть совместимых типов, иначе ClickHouse сгенерирует исключение.

Возвращаемые значения

- `NULL`, если аргументы равны.

- Значение `x`, если аргументы не равны.

Пример

```
SELECT nullIf(1, 1)
```

nullIf(1, 1)
NULL

```
SELECT nullIf(1, 2)
```

nullIf(1, 2)
1

## assumeNotNull

Приводит значение типа `Nullable` к не `Nullable`, если значение не `NULL`.

```
assumeNotNull(x)
```

Параметры

- `x` — исходное значение.

Возвращаемые значения

- Исходное значение с не `Nullable` типом, если оно — не `NULL`.
- Значение по умолчанию для не `Nullable` типа, если исходное значение — `NULL`.

Пример

Рассмотрим таблицу `t_null`.

```
SHOW CREATE TABLE t_null
```

statement
CREATE TABLE default.t_null ( x Int8, y Nullable(Int8) ) ENGINE = TinyLog

x	y
1	NULL
2	3

Применим функцию `assumeNotNull` к столбцу `y`.

```
SELECT assumeNotNull(y) FROM t_null
```

assumeNotNull(y)
0
3

```
SELECT toTypeName(assumeNotNull(y)) FROM t_null
```

```
└─toTypeName(assumeNotNull(y))─  
  Int8   |  
  Int8
```

## toNullable

Преобразует тип аргумента к `Nullable`.

```
toNullable(x)
```

### Параметры

- `x` — значение произвольного не составного типа.

### Возвращаемое значение

- Входное значение с типом не `Nullable`.

### Пример

```
SELECT toTypeName(10)
```

```
└─toTypeName(10)─  
  UInt8  |
```

```
SELECT toTypeName(toNullable(10))
```

```
└─toTypeName(toNullable(10))─  
  Nullable(UInt8)  |
```

## Функции машинного обучения

### evalMLMethod (prediction)

Предсказание с использованием подобранных регрессионных моделей.

#### **Stochastic Linear Regression**

Агрегатная функция [stochasticLinearRegression](#) реализует стохастический градиентный спуск, используя линейную модель и функцию потерь MSE.

#### **Stochastic Logistic Regression**

Агрегатная функция [stochasticLogisticRegression](#) реализует стохастический градиентный спуск для задачи бинарной классификации.

## Прочие функции

### hostName()

Возвращает строку - имя хоста, на котором эта функция была выполнена. При распределённой обработке запроса, это будет имя хоста удалённого сервера, если функция выполняется на удалённом сервере.

## FQDN

Возвращает полное имя домена.

Синтаксис

```
fqdn();
```

Эта функция регистронезависимая.

Возвращаемое значение

- Полное имя домена.

Тип: `String`.

Пример

Запрос:

```
SELECT FQDN();
```

Ответ:

```
+---+  
| FQDN() |  
+---+  
| clickhouse.ru-central1.internal |  
+---+
```

## basename

Извлекает конечную часть строки после последнего слэша или бэкслэша. Функция часто используется для извлечения имени файла из пути.

```
basename( expr )
```

Параметры

- `expr` — Выражение, возвращающее значение типа `String`. В результирующем значении все бэкслэши должны быть экранированы.

Возвращаемое значение

Строка, содержащая:

- Конечную часть строки после последнего слэша или бэкслэша.

Если входная строка содержит путь, заканчивающийся слэшем или бэкслэшем, например, `/` или `c:\`, функция возвращает пустую строку.

- Исходная строка, если нет слэша или бэкслэша.

Пример

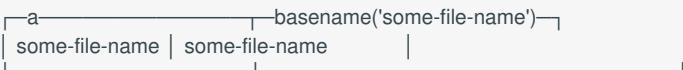
```
SELECT 'some/long/path/to/file' AS a, basename(a)
```

```
+---+-----+  
| a | basename('some\\long\\path\\to\\file') |  
+---+-----+  
| some\\long\\path\\to\\file | file |  
+---+-----+
```

```
SELECT 'some\\long\\path\\to\\file' AS a, basename(a)
```



```
SELECT 'some-file-name' AS a, basename(a)
```



## visibleWidth(x)

Вычисляет приблизительную ширину при выводе значения в текстовом (tab-separated) виде на консоль. Функция используется системой для реализации Pretty форматов.

`NULL` представляется как строка, соответствующая отображению `NULL` в форматах Pretty .

```
SELECT visibleWidth(NULL)
```



## toTypeName(x)

Возвращает строку, содержащую имя типа переданного аргумента.

Если на вход функции передать `NULL`, то она вернёт тип `Nullable(Nothing)`, что соответствует внутреннему представлению `NULL` в ClickHouse.

## blockSize()

Получить размер блока. В ClickHouse выполнение запроса всегда идёт по блокам (наборам кусочков столбцов). Функция позволяет получить размер блока, для которого её вызвали.

## materialize(x)

Превращает константу в полноценный столбец, содержащий только одно значение. В ClickHouse полноценные столбцы и константы представлены в памяти по-разному. Функции по-разному работают для аргументов-констант и обычных аргументов (выполняется разный код), хотя результат почти всегда должен быть одинаковым. Эта функция предназначена для отладки такого поведения.

## ignore(...)

Принимает любые аргументы, в т.ч. `NULL`, всегда возвращает 0. При этом, аргумент всё равно вычисляется. Это может использоваться для бенчмарков.

## sleep(seconds)

Спит seconds секунд на каждый блок данных. Можно указать как целое число, так и число с плавающей запятой.

## currentDatabase()

Возвращает имя текущей базы данных. Эта функция может использоваться в параметрах движка таблицы в запросе CREATE TABLE там, где нужно указать базу данных.

## currentUser()

Возвращает логин текущего пользователя. При распределенном запросе, возвращается имя пользователя, инициировавшего запрос.

```
SELECT currentUser();
```

Аlias: user() , USER() .

Возвращаемые значения

- Логин текущего пользователя.
- При распределенном запросе — логин пользователя, инициировавшего запрос.

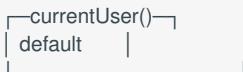
Тип: String .

Пример

Запрос:

```
SELECT currentUser();
```

Ответ:



## isFinite(x)

Принимает Float32 или Float64 и возвращает UInt8, равный 1, если аргумент не бесконечный и не NaN, иначе 0.

## isInfinite(x)

Принимает Float32 или Float64 и возвращает UInt8, равный 1, если аргумент бесконечный, иначе 0. Отметим, что в случае NaN возвращается 0.

## isNaN(x)

Принимает Float32 или Float64 и возвращает UInt8, равный 1, если аргумент является NaN, иначе 0.

## hasColumnInTable(['hostname'][, 'username'][, 'password'][],) 'database', 'table', 'column')

Принимает константные строки - имя базы данных, имя таблицы и название столбца. Возвращает константное выражение типа UInt8, равное 1, если есть столбец, иначе 0. Если задан параметр hostname, проверка будет выполнена на удалённом сервере. Функция кидает исключение, если таблица не существует. Для элементов вложенной структуры данных функция проверяет существование столбца. Для самой же вложенной структуры данных функция возвращает 0.

## bar

Позволяет построить unicode-art диаграмму.

`bar(x, min, max, width)` рисует полосу ширины пропорциональной `(x - min)` и равной `width` символов при `x = max`.

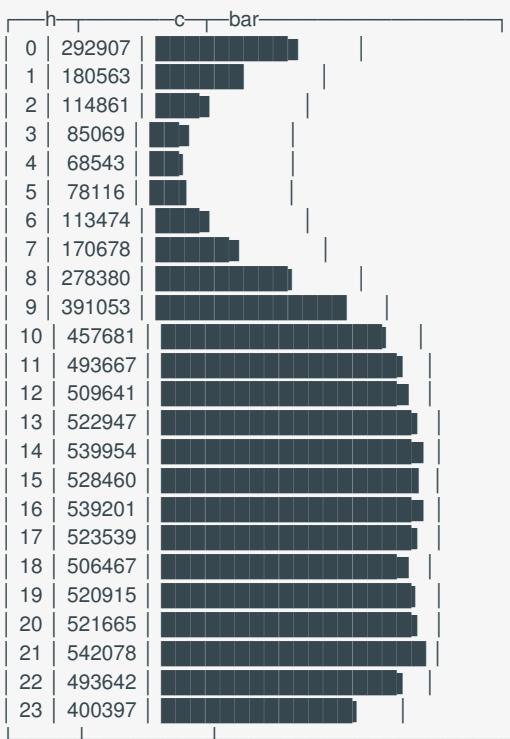
Параметры:

- `x` — Величина для отображения.
- `min, max` — Целочисленные константы, значение должно помещаться в `Int64`.
- `width` — Константа, положительное число, может быть дробным.

Полоса рисуется с точностью до одной восьмой символа.

Пример:

```
SELECT
    toHour(EventTime) AS h,
    count() AS c,
    bar(c, 0, 600000, 20) AS bar
FROM test.hits
GROUP BY h
ORDER BY h ASC
```



## transform

Преобразовать значение согласно явно указанному отображению одних элементов на другие. Имеется два варианта функции:

1. `transform(x, array_from, array_to, default)`

`x` - что преобразовывать.

`array_from` - константный массив значений для преобразования.

`array_to` - константный массив значений, в которые должны быть преобразованы значения из `from`.

`default` - какое значение использовать, если `x` не равен ни одному из значений во `from`.

`array_from` и `array_to` - массивы одинаковых размеров.

Типы:

`transform(T, Array(T), Array(U), U) -> U`

`T` и `U` - могут быть числовыми, строковыми, или `Date` или `DateTime` типами. При этом, где обозначена одна и та же буква (`T` или `U`), могут быть, в случае числовых типов, не совпадающие типы, а типы, для которых есть общий тип. Например, первый аргумент может иметь тип `Int64`, а второй - `Array(UInt16)`.

Если значение `x` равно одному из элементов массива `array_from`, то возвращает соответствующий (такой же по номеру) элемент массива `array_to`; иначе возвращает `default`. Если имеется несколько совпадающих элементов в `array_from`, то возвращает какой-нибудь из соответствующих.

Пример:

```
SELECT
  transform(SearchEngineID, [2, 3], ['Yandex', 'Google'], 'Other') AS title,
  count() AS c
FROM test.hits
WHERE SearchEngineID != 0
GROUP BY title
ORDER BY c DESC
```

title	c
Yandex	498635
Google	229872
Other	104472

### 1. `transform(x, array_from, array_to)`

Отличается от первого варианта отсутствующим аргументом `default`. Если значение `x` равно одному из элементов массива `array_from`, то возвращает соответствующий (такой же по номеру) элемент массива `array_to`; иначе возвращает `x`.

Типы:

`transform(T, Array(T), Array(T)) -> T`

Пример:

```
SELECT
  transform(domain(Rferer), ['yandex.ru', 'google.ru', 'vk.com'], ['www.yandex', 'example.com']) AS s,
  count() AS c
FROM test.hits
GROUP BY domain(Rferer)
ORDER BY count() DESC
LIMIT 10
```

S		C
2906259		
www.yandex	867767	
[REDACTED].ru	313599	
mail.yandex.ru	107147	
[REDACTED].ru	100355	
[REDACTED].ru	65040	
news.yandex.ru	64515	
[REDACTED].net	59141	
example.com	57316	

## formatReadableSize(x)

Принимает размер (число байт). Возвращает округленный размер с суффиксом (KiB, MiB и т.д.) в виде строки.

Пример:

```
SELECT
arrayJoin([1, 1024, 1024*1024, 192851925]) AS filesize_bytes,
formatReadableSize(filesize_bytes) AS filesize
```

filesize_bytes	filesize
1	1.00 B
1024	1.00 KiB
1048576	1.00 MiB
192851925	183.92 MiB

## least(a, b)

Возвращает наименьшее значение из a и b.

## greatest(a, b)

Возвращает наибольшее значение из a и b.

## uptime()

Возвращает аптайм сервера в секундах.

## version()

Возвращает версию сервера в виде строки.

## rowNumberInBlock

Возвращает порядковый номер строки в блоке данных. Для каждого блока данных нумерация начинается с 0.

## rowNumberInAllBlocks()

Возвращает порядковый номер строки в блоке данных. Функция учитывает только задействованные блоки данных.

## neighbor

Функция позволяет получить доступ к значению в колонке `column`, находящемуся на смещении `offset` относительно текущей строки. Является частичной реализацией оконных функций `LEAD()` и `LAG()`.

## Синтаксис

```
neighbor(column, offset[, default_value])
```

Результат функции зависит от затронутых блоков данных и порядка данных в блоке. Если сделать подзапрос с `ORDER BY` и вызывать функцию извне подзапроса, можно будет получить ожидаемый результат.

## Параметры

- `column` — Имя столбца или скалярное выражение.
- `offset` - Смещение от текущей строки `column`. `Int64`.
- `default_value` - Опциональный параметр. Значение, которое будет возвращено, если смещение выходит за пределы блока данных.

## Возвращаемое значение

- Значение `column` в смещении от текущей строки, если значение `offset` не выходит за пределы блока.
- Значение по умолчанию для `column`, если значение `offset` выходит за пределы блока данных. Если передан параметр `default_value`, то значение берется из него.

Тип: зависит от данных в `column` или переданного значения по умолчанию в `default_value`.

## Пример

Запрос:

```
SELECT number, neighbor(number, 2) FROM system.numbers LIMIT 10;
```

Ответ:

number	neighbor(number, 2)
0	2
1	3
2	4
3	5
4	6
5	7
6	8
7	9
8	0
9	0

Запрос:

```
SELECT number, neighbor(number, 2, 999) FROM system.numbers LIMIT 10;
```

Ответ:

number	neighbor(number, 2, 999)
0	2
1	3
2	4
3	5
4	6
5	7
6	8
7	9
8	999
9	999

Эта функция может использоваться для оценки year-over-year значение показателя:

Запрос:

```
WITH toDate('2018-01-01') AS start_date
SELECT
    toStartOfMonth(start_date + (number * 32)) AS month,
   toInt32(month) % 100 AS money,
    neighbor(money, -12) AS prev_year,
    round(prev_year / money, 2) AS year_over_year
FROM numbers(16)
```

Ответ:

month	money	prev_year	year_over_year
2018-01-01	32	0	0
2018-02-01	63	0	0
2018-03-01	91	0	0
2018-04-01	22	0	0
2018-05-01	52	0	0
2018-06-01	83	0	0
2018-07-01	13	0	0
2018-08-01	44	0	0
2018-09-01	75	0	0
2018-10-01	5	0	0
2018-11-01	36	0	0
2018-12-01	66	0	0
2019-01-01	97	32	0.33
2019-02-01	28	63	2.25
2019-03-01	56	91	1.62
2019-04-01	87	22	0.25

## runningDifference(x)

Считает разницу между последовательными значениями строк в блоке данных. Возвращает 0 для первой строки и разницу с предыдущей строкой для каждой последующей строки.

Результат функции зависит от затронутых блоков данных и порядка данных в блоке. Если сделать подзапрос с ORDER BY и вызывать функцию извне подзапроса, можно будет получить ожидаемый результат.

Пример:

```

SELECT
    EventID,
    EventTime,
    runningDifference(EventTime) AS delta
FROM
(
    SELECT
        EventID,
        EventTime
    FROM events
    WHERE EventDate = '2016-11-24'
    ORDER BY EventTime ASC
    LIMIT 5
)

```

EventID	EventTime	delta
1106	2016-11-24 00:00:04	0
1107	2016-11-24 00:00:05	1
1108	2016-11-24 00:00:05	0
1109	2016-11-24 00:00:09	4
1110	2016-11-24 00:00:10	1

Обратите внимание — размер блока влияет на результат. С каждым новым блоком состояние `runningDifference` сбрасывается.

```

SELECT
    number,
    runningDifference(number + 1) AS diff
FROM numbers(100000)
WHERE diff != 1

```

number	diff
0	0
65536	0

set max\_block\_size=100000 -- по умолчанию 65536!

```

SELECT
    number,
    runningDifference(number + 1) AS diff
FROM numbers(100000)
WHERE diff != 1

```

number	diff
0	0

## runningDifferenceStartingWithFirstValue

То же, что и `[runningDifference](./other_functions.md # other_functions-runningdifference)`, но в первой строке возвращается значение первой строки, а не ноль.

## MACNumToString(num)

Принимает число типа UInt64. Интерпретирует его, как MAC-адрес в big endian. Возвращает строку, содержащую соответствующий MAC-адрес в формате AA:BB:CC:DD:EE:FF (числа в шестнадцатеричной форме через двоеточие).

## MACStringToNum(s)

Функция, обратная к MACNumToString. Если MAC адрес в неправильном формате, то возвращает 0.

## MACStringToOUI(s)

Принимает MAC адрес в формате AA:BB:CC:DD:EE:FF (числа в шестнадцатеричной форме через двоеточие). Возвращает первые три октета как число в формате UInt64. Если MAC адрес в неправильном формате, то возвращает 0.

## getSizeOfEnumType

Возвращает количество полей в [Enum](#).

```
getSizeOfEnumType(value)
```

### Параметры

- `value` — Значение типа [Enum](#) .

### Возвращаемые значения

- Количество полей входного значения типа [Enum](#) .
- Исключение, если тип не [Enum](#) .

### Пример

```
SELECT getSizeOfEnumType( CAST('a' AS Enum8('a' = 1, 'b' = 2) ) ) AS x
```

```
 [x] [2]
```

## toColumnName

Возвращает имя класса, которым представлен тип данных столбца в оперативной памяти.

```
toColumnName(value)
```

### Параметры

- `value` — Значение произвольного типа.

### Возвращаемые значения

- Стока с именем класса, который используется для представления типа данных `value` в оперативной памяти.

### Пример разницы между `toTypeName` и `toColumnName`

```
SELECT toTypeName(CAST('2018-01-01 01:02:03' AS DateTime))
```

```
 [toTypeName(CAST('2018-01-01 01:02:03', 'DateTime'))] [DateTime]
```

```
SELECT toColumnName(CAST('2018-01-01 01:02:03' AS DateTime))
```

```
└─toColumnName(CAST('2018-01-01 01:02:03', 'DateTime'))─  
  ┌─Const(UInt32)─┐
```

В примере видно, что тип данных `DateTime` хранится в памяти как `Const(UInt32)`.

## dumpColumnStructure

Выводит развернутое описание структур данных в оперативной памяти

```
dumpColumnStructure(value)
```

### Параметры

- `value` — Значение произвольного типа.

### Возвращаемые значения

- Стока с описанием структуры, которая используется для представления типа данных `value` в оперативной памяти.

### Пример

```
SELECT dumpColumnStructure(CAST('2018-01-01 01:02:03', 'DateTime'))
```

```
└─dumpColumnStructure(CAST('2018-01-01 01:02:03', 'DateTime'))─  
  ┌─DateTime, Const(size = 1, UInt32(size = 1))─┐
```

## defaultValueOfType

Выводит значение по умолчанию для типа данных.

Не учитывает значения по умолчанию для столбцов, заданные пользователем.

```
defaultValueOfType(expression)
```

### Параметры

- `expression` — Значение произвольного типа или выражение, результатом которого является значение произвольного типа.

### Возвращаемые значения

- `0` для чисел;
- Пустая строка для строк;
- `NULL` для `Nullable`.

### Пример

```
SELECT defaultValueOfType( CAST(1 AS Int8) )
```

```
└─defaultValueOfArgumentType(CAST(1, 'Int8'))─  
    0 |
```

```
SELECT defaultValueOfArgumentType( CAST(1 AS Nullable(Int8) ) )
```

```
└─defaultValueOfArgumentType(CAST(1, 'Nullable(Int8)'))─  
    NULL |
```

## indexHint

Выводит данные, попавшие в диапазон, выбранный по индексу без фильтрации по указанному в качестве аргумента выражению.

Переданное в функцию выражение не вычисляется, но при этом ClickHouse применяет к этому выражению индекс таким же образом, как если бы выражение участвовало в запросе без `indexHint`.

Возвращаемое значение

- 1.

Пример

Рассмотрим таблицу с тестовыми данными `ontime`.

```
SELECT count() FROM ontime
```

```
└─count()─  
4276457 |
```

В таблице есть индексы по полям `(FlightDate, (Year, FlightDate))`.

Выполним выборку по дате следующим образом:

```
SELECT FlightDate AS k, count() FROM ontime GROUP BY k ORDER BY k
```

```
      k   count()  
2017-01-01 | 13970 |  
2017-01-02 | 15882 |  
.....  
2017-09-28 | 16411 |  
2017-09-29 | 16384 |  
2017-09-30 | 12520 |
```

В этой выборке индекс не используется и ClickHouse обработал всю таблицу ( Processed 4.28 million rows ). Для подключения индекса выберем конкретную дату и выполним следующий запрос:

```
SELECT FlightDate AS k, count() FROM ontime WHERE k = '2017-09-15' GROUP BY k ORDER BY k
```

```
      k   count()  
2017-09-15 | 16428 |
```

В последней строке выдачи видно, что благодаря использованию индекса, ClickHouse обработал значительно

меньшее количество строк ( Processed 32.74 thousand rows ).

Теперь передадим выражение `k = '2017-09-15'` в функцию `indexHint` :

```
SELECT
    FlightDate AS k,
    count()
FROM ontime
WHERE indexHint(k = '2017-09-15')
GROUP BY k
ORDER BY k ASC
```

	k	count()
2017-09-14		7071
2017-09-15		16428
2017-09-16		1077
2017-09-30		8167

В ответе на запрос видно, что ClickHouse применил индекс таким же образом, что и в предыдущий раз ( Processed 32.74 thousand rows ). Однако по результирующему набору строк видно, что выражение `k = '2017-09-15'` не использовалось при формировании результата.

Поскольку индекс в ClickHouse разреженный, то при чтении диапазона в ответ попадают "лишние" данные, в данном случае соседние даты. Функция `indexHint` позволяет их увидеть.

## replicate

Создает массив, заполненный одним значением.

Используется для внутренней реализации `arrayJoin`.

```
SELECT replicate(x, arr);
```

### Параметры

- `arr` — Исходный массив. ClickHouse создаёт новый массив такой же длины как исходный и заполняет его значением `x` .
- `x` — Значение, которым будет заполнен результирующий массив.

### Возвращаемое значение

Массив, заполненный значением `x` .

Тип: `Array` .

### Пример

Запрос:

```
SELECT replicate(1, ['a', 'b', 'c']);
```

Ответ:

replicate(1, ['a', 'b', 'c'])
[1,1,1]

## filesystemAvailable

Возвращает объем оставшегося места в файловой системе, в которой расположены файлы баз данных. Смотрите описание конфигурационного параметра сервера [path](#).

```
filesystemAvailable()
```

Возвращаемое значение

- Объем свободного места.

Тип — [UInt64](#).

Пример

```
SELECT filesystemAvailable() AS "Free space", toTypeName(filesystemAvailable()) AS "Type"
```

Free space	Type
18152624128	UInt64

## filesystemCapacity

Возвращает данные о ёмкости диска.

## finalizeAggregation

Принимает состояние агрегатной функции. Возвращает результат агрегирования.

## runningAccumulate

Принимает на вход состояния агрегатной функции и возвращает столбец со значениями, которые представляют собой результат мёржа этих состояний для выборки строк из блока от первой до текущей строки. Например, принимает состояние агрегатной функции (например, `runningAccumulate(uniqState(UserID))`), и для каждой строки блока возвращает результат агрегатной функции после мёржа состояний функции для всех предыдущих строк и текущей. Таким образом, результат зависит от разбиения данных по блокам и от порядка данных в блоке.

## joinGet('join\_storage\_table\_name', 'get\_column', join\_key)

Получает данные из таблицы [Join](#) по ключу.

Поддержаны только таблицы, созданные запросом с `ENGINE = Join(ANY, LEFT, <join_keys>)`.

## modelEvaluate(model\_name, ...)

Оценивает внешнюю модель.

Принимает на вход имя и аргументы модели. Возвращает `Float64`.

## throwIf(x[, custom\_message])

Бросает исключение, если аргумент не равен нулю. `custom_message` - необязательный параметр, константная строка, задает текст сообщения об ошибке.

```
SELECT throwIf(number = 3, 'Too many') FROM numbers(10);
```

↙ Progress: 0.00 rows, 0.00 B (0.00 rows/s., 0.00 B/s.) Received exception from server (version 19.14.1):  
Code: 395. DB::Exception: Received from localhost:9000. DB::Exception: Too many.

## identity()

Возвращает то же значение, которое использовалось в качестве аргумента.

```
SELECT identity(42)
```

identity(42)	—
42	

Используется для отладки и тестирования, позволяет "сломать" доступ по индексу, и получить результат и производительность запроса для полного сканирования.

## randomPrintableASCII

Генерирует строку со случайным набором печатных символов [ASCII](#).

### Синтаксис

```
randomPrintableASCII(length)
```

### Параметры

- length — Длина результирующей строки. Положительное целое число.

Если передать length < 0 , то поведение функции не определено.

### Возвращаемое значение

- Строка со случайным набором печатных символов [ASCII](#).

### Тип: [String](#)

### Пример

```
SELECT number, randomPrintableASCII(30) as str, length(str) FROM system.numbers LIMIT 3
```

number	str	length(randomPrintableASCII(30))
0	SuiCOSTvC0csfABSw=UcSzp2.`rv8x	30
1	1Ag NIJ &RCN:*>HVPG;PE-nO"SUFDF	30
2	"/<"wUTh:=LjJ Vm!c&hl*m#XTfzz	30

## Агрегатные функции

Агрегатные функции работают в [привычном](#) для специалистов по базам данных смысле.

ClickHouse поддерживает также:

- [Параметрические агрегатные функции](#), которые помимо столбцов принимают и другие параметры.
- [Комбинаторы](#), которые изменяют поведение агрегатных функций.

## Обработка NULL

При агрегации все `NULL` пропускаются.

Примеры

Рассмотрим таблицу:

x	y
1	2
2	<code>NULL</code>
3	2
3	3
3	<code>NULL</code>

Выполним суммирование значений в столбце `y`:

```
SELECT sum(y) FROM t_null_big
```

sum(y)
7

Функция `sum` работает с `NULL` как с `0`. В частности, это означает, что если на вход в функцию подать выборку, где все значения `NULL`, то результат будет `0`, а не `NULL`.

Теперь с помощью функции `groupArray` сформируем массив из столбца `y`:

```
SELECT groupArray(y) FROM t_null_big
```

groupArray(y)
[2,2,3]

`groupArray` не включает `NULL` в результирующий массив.

## Справочник функций

### count

Вычисляет количество строк или не `NULL` значений.

ClickHouse поддерживает следующие виды синтаксиса для `count`:

- `count(expr)` или `COUNT(DISTINCT expr)`.
- `count()` или `COUNT(*)`. Синтаксис `count()` специфичен для ClickHouse.

Параметры

Функция может принимать:

- Ноль параметров.
- Одно выражение.

Возвращаемое значение

- Если функция вызывается без параметров, она вычисляет количество строк.
- Если передаётся выражение , то функция вычисляет количество раз, когда выражение возвращает не NULL. Если выражение возвращает значение типа `Nullable`, то результат `count` не становится `Nullable`. Функция возвращает 0, если выражение возвращает `NULL` для всех строк.

В обоих случаях тип возвращаемого значения `UInt64`.

## Подробности

ClickHouse поддерживает синтаксис `COUNT(DISTINCT ...)`. Поведение этой конструкции зависит от настройки `count_distinctImplementation`. Она определяет, какая из функций `uniq*` используется для выполнения операции. По умолчанию — функция `uniqExact`.

Запрос `SELECT count() FROM table` не оптимизирован, поскольку количество записей в таблице не хранится отдельно. Он выбирает небольшой столбец из таблицы и подсчитывает количество значений в нём.

## Примеры

Пример 1:

```
SELECT count() FROM t
```

```
graph TD; count(count()); count --> 5[5]
```

Пример 2:

```
SELECT name, value FROM system.settings WHERE name = 'count_distinctImplementation'
```

```
graph TD; name(name); name --> value[value]; value --> uniqExact[uniqExact]
```

```
SELECT count(DISTINCT num) FROM t
```

```
graph TD; uniqExact(uniqExact); uniqExact --> 3[3]
```

Этот пример показывает, что `count(DISTINCT num)` выполняется с помощью функции `uniqExact` в соответствии со значением настройки `count_distinctImplementation`.

## any(x)

Выбирает первое попавшееся значение. Порядок выполнения запроса может быть произвольным и даже каждый раз разным, поэтому результат данной функции недетерминирован. Для получения детерминированного результата, можно использовать функции `min` или `max` вместо `any`.

В некоторых случаях, вы всё-таки можете рассчитывать на порядок выполнения запроса. Это - случаи, когда `SELECT` идёт из подзапроса, в котором используется `ORDER BY`.

При наличии в запросе `SELECT` секции `GROUP BY` или хотя бы одной агрегатной функции, ClickHouse (в отличие от, например, MySQL) требует, чтобы все выражения в секциях `SELECT`, `HAVING`, `ORDER BY` вычислялись из ключей или из агрегатных функций. То есть, каждый выбираемый из таблицы столбец, должен использоваться либо в ключах, либо внутри агрегатных функций. Чтобы получить поведение, как в MySQL, вы можете поместить

остальные столбцы в агрегатную функцию `any`.

## anyHeavy(x)

Выбирает часто встречающееся значение с помощью алгоритма "heavy hitters". Если существует значение, которое встречается чаще, чем в половине случаев, в каждом потоке выполнения запроса, то возвращается данное значение. В общем случае, результат недетерминирован.

```
anyHeavy(column)
```

### Аргументы

- `column` — имя столбца.

### Пример

Возьмём набор данных `OnTime` и выберем произвольное часто встречающееся значение в столбце `AirlineID`.

```
SELECT anyHeavy(AirlineID) AS res  
FROM ontime
```

res
19690

## anyLast(x)

Выбирает последнее попавшееся значение. Результат так же недетерминирован, как и для функции `any`.

## groupBitAnd

Применяет побитовое И для последовательности чисел.

```
groupBitAnd(expr)
```

### Параметры

`expr` – выражение, результат которого имеет тип данных `UInt*`.

### Возвращаемое значение

Значение типа `UInt*`.

### Пример

#### Тестовые данные:

binary	decimal
00101100	= 44
00011100	= 28
00001101	= 13
01010101	= 85

#### Запрос:

```
SELECT groupBitAnd(num) FROM t
```

Где num — столбец с тестовыми данными.

Результат:

```
binary    decimal
00000100 = 4
```

## groupBitOr

Применяет побитовое ИЛИ для последовательности чисел.

```
groupBitOr(expr)
```

Параметры

expr — выражение, результат которого имеет тип данных UInt\* .

Возвращаемое значение

Значение типа UInt\* .

Пример

Тестовые данные:

```
binary    decimal
00101100 = 44
00011100 = 28
00001101 = 13
01010101 = 85
```

Запрос:

```
SELECT groupBitOr(num) FROM t
```

Где num — столбец с тестовыми данными.

Результат:

```
binary    decimal
01111101 = 125
```

## groupBitXor

Применяет побитовое ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ для последовательности чисел.

```
groupBitXor(expr)
```

Параметры

expr — выражение, результат которого имеет тип данных UInt\* .

Возвращаемое значение

Значение типа UInt\* .

Пример

Тестовые данные:

```
binary    decimal
00101100 = 44
00011100 = 28
00001101 = 13
01010101 = 85
```

Запрос:

```
SELECT groupBitXor(num) FROM t
```

Где num — столбец с тестовыми данными.

Результат:

```
binary    decimal
01101000 = 104
```

## groupBitmap

Bitmap или агрегатные вычисления для столбца с типом данных UInt\*, возвращают кардинальность в виде значения типа UInt64, если добавить суффикс -State, то возвращают объект bitmap.

```
groupBitmap(expr)
```

Параметры

expr – выражение, результат которого имеет тип данных UInt\* .

Возвращаемое значение

Значение типа UInt64 .

Пример

Тестовые данные:

```
UserID
1
1
2
3
```

Запрос:

```
SELECT groupBitmap(UserID) as num FROM t
```

Результат:

```
num
3
```

## min(x)

Вычисляет минимум.

## `max(x)`

Вычисляет максимум.

## `argMin(arg, val)`

Вычисляет значение `arg` при минимальном значении `val`. Если есть несколько разных значений `arg` для минимальных значений `val`, то выдаётся первое попавшееся из таких значений.

Пример:

user	salary
director	5000
manager	3000
worker	1000

```
SELECT argMin(user, salary) FROM salary
```

argMin(user, salary)
worker

## `argMax(arg, val)`

Вычисляет значение `arg` при максимальном значении `val`. Если есть несколько разных значений `arg` для максимальных значений `val`, то выдаётся первое попавшееся из таких значений.

## `sum(x)`

Вычисляет сумму. Работает только для чисел.

## `sumWithOverflow(x)`

Вычисляет сумму чисел, используя для результата тот же тип данных, что и для входных параметров. Если сумма выйдет за максимальное значение для заданного типа данных, то функция вернёт ошибку.

Работает только для чисел.

## `sumMap(key, value)`

Производит суммирование массива 'value' по соответствующим ключам заданным в массиве 'key'. Количество элементов в 'key' и 'value' должно быть одинаковым для каждой строки, для которой происходит суммирование. Возвращает кортеж из двух массивов - ключи в отсортированном порядке и значения, просуммированные по соответствующим ключам.

Пример:

```

CREATE TABLE sum_map(
    date Date,
    timeslot DateTime,
    statusMap Nested(
        status UInt16,
        requests UInt64
    )
) ENGINE = Log;
INSERT INTO sum_map VALUES
    ('2000-01-01', '2000-01-01 00:00:00', [1, 2, 3], [10, 10, 10]),
    ('2000-01-01', '2000-01-01 00:00:00', [3, 4, 5], [10, 10, 10]),
    ('2000-01-01', '2000-01-01 00:01:00', [4, 5, 6], [10, 10, 10]),
    ('2000-01-01', '2000-01-01 00:01:00', [6, 7, 8], [10, 10, 10]);
SELECT
    timeslot,
    sumMap(statusMap.status, statusMap.requests)
FROM sum_map
GROUP BY timeslot

```

timeslot — sumMap(statusMap.status, statusMap.requests)

2000-01-01 00:00:00   ([1,2,3,4,5],[10,10,20,10,10])	
2000-01-01 00:01:00   ([4,5,6,7,8],[10,10,20,10,10])	

## skewPop

Вычисляет [коэффициент асимметрии](#) для последовательности.

```
skewPop(expr)
```

### Параметры

expr — [Выражение](#), возвращающее число.

### Возвращаемое значение

Коэффициент асимметрии заданного распределения. Тип — [Float64](#)

### Пример

```
SELECT skewPop(value) FROM series_with_value_column
```

## skewSamp

Вычисляет [выборочный коэффициент асимметрии](#) для последовательности.

Он представляет собой несмешенную оценку асимметрии случайной величины, если переданные значения образуют ее выборку.

```
skewSamp(expr)
```

### Параметры

expr — [Выражение](#), возвращающее число.

### Возвращаемое значение

Коэффициент асимметрии заданного распределения. Тип — [Float64](#). Если  $n \leq 1$  ( $n$  — размер выборки), тогда функция возвращает `nan`.

## Пример

```
SELECT skewSamp(value) FROM series_with_value_column
```

## kurtPop

Вычисляет [коэффициент эксцесса](#) последовательности.

```
kurtPop(expr)
```

### Параметры

`expr` — [Выражение](#), возвращающее число.

Возвращаемое значение

Коэффициент эксцесса заданного распределения. Тип — [Float64](#)

## Пример

```
SELECT kurtPop(value) FROM series_with_value_column
```

## kurtSamp

Вычисляет [выборочный коэффициент эксцесса](#) для последовательности.

Он представляет собой несмешенную оценку эксцесса случайной величины, если переданные значения образуют ее выборку.

```
kurtSamp(expr)
```

### Параметры

`expr` — [Выражение](#), возвращающее число.

Возвращаемое значение

Коэффициент эксцесса заданного распределения. Тип — [Float64](#). Если `n <= 1` (`n` — размер выборки), тогда функция возвращает `nan`.

## Пример

```
SELECT kurtSamp(value) FROM series_with_value_column
```

## timeSeriesGroupSum(uid, timestamp, value)

`timeSeriesGroupSum` агрегирует временные ряды в которых не совпадают моменты. Функция использует линейную интерполяцию между двумя значениями времени, а затем суммирует значения для одного и того же момента (как измеренные так и интерполированные) по всем рядам.

- `uid` уникальный идентификатор временного ряда, `UInt64` .
- `timestamp` имеет тип `Int64` чтобы можно было учитывать милли и микросекунды.
- `value` представляет собой значение метрики.

Функция возвращает массив кортежей с парами `(timestamp, aggregated_value)` .

Временные ряды должны быть отсортированы по возрастанию timestamp .

Пример:

uid	timestamp	value
1	2	0.2
1	7	0.7
1	12	1.2
1	17	1.7
1	25	2.5
2	3	0.6
2	8	1.6
2	12	2.4
2	18	3.6
2	24	4.8

```
CREATE TABLE time_series(
    uid    UInt64,
    timestamp Int64,
    value   Float64
) ENGINE = Memory;
INSERT INTO time_series VALUES
    (1,2,0.2),(1,7,0.7),(1,12,1.2),(1,17,1.7),(1,25,2.5),
    (2,3,0.6),(2,8,1.6),(2,12,2.4),(2,18,3.6),(2,24,4.8);

SELECT timeSeriesGroupSum(uid, timestamp, value)
FROM (
    SELECT * FROM time_series order by timestamp ASC
);
```

И результат будет:

```
[(2,0.2),(3,0.9),(7,2.1),(8,2.4),(12,3.6),(17,5.1),(18,5.4),(24,7.2),(25,2.5)]
```

### timeSeriesGroupRateSum(uid, ts, val)

Аналогично timeSeriesGroupRateSum, timeSeriesGroupRateSum будет вычислять производные по timestamp для рядов, а затем суммировать полученные производные для всех рядов для одного значения timestamp. Также ряды должны быть отсортированы по возрастанию timestamp.

Для пример из описания timeSeriesGroupRateSum результат будет следующим:

```
[(2,0),(3,0.1),(7,0.3),(8,0.3),(12,0.3),(17,0.3),(18,0.3),(24,0.3),(25,0.1)]
```

### avg(x)

Вычисляет среднее. Работает только для чисел. Результат всегда Float64.

### uniq

Приближённо вычисляет количество различных значений аргумента.

```
uniq(x[, ...])
```

### Параметры

Функция принимает переменное число входных параметров. Параметры могут быть числовых типов, а также Tuple , Array , Date , DateTime , String .

## Возвращаемое значение

- Значение с типом данных [UInt64](#).

## Детали реализации

Функция:

- Вычисляет хэш для всех параметров агрегации, а затем использует его в вычислениях.
- Использует адаптивный алгоритм выборки. В качестве состояния вычисления функция использует выборку хэш-значений элементов размером до 65536.

Этот алгоритм очень точен и очень эффективен по использованию CPU. Если запрос содержит небольшое количество этих функций, использование `uniq` почти так же эффективно, как и использование других агрегатных функций.

- Результат детерминирован (не зависит от порядка выполнения запроса).

Эту функцию рекомендуется использовать практически во всех сценариях.

Смотрите также

- [uniqCombined](#)
- [uniqCombined64](#)
- [uniqHLL12](#)
- [uniqExact](#)

## uniqCombined

Приближённо вычисляет количество различных значений аргумента.

```
uniqCombined(HLL_precision)(x[, ...])
```

Функция `uniqCombined` — это хороший выбор для вычисления количества различных значений.

## Параметры

Функция принимает переменное число входных параметров. Параметры могут быть числовых типов, а также `Tuple`, `Array`, `Date`, `DateTime`, `String`.

`HLL_precision` — это логарифм по основанию 2 от числа ячеек в [HyperLogLog](#). Необязательный, можно использовать функцию как `uniqCombined(x[, ...])`. Для `HLL_precision` значение по умолчанию — 17, что фактически составляет 96 КБ пространства ( $2^{17}$  ячеек, 6 бит каждая).

## Возвращаемое значение

- Число типа [UInt64](#).

## Детали реализации

Функция:

- Вычисляет хэш (64-битный для `String` и 32-битный для всех остальных типов) для всех параметров агрегации, а затем использует его в вычислениях.
- Используется комбинация трёх алгоритмов: массив, хэш-таблица и HyperLogLog с таблицей коррекции погрешности.

Для небольшого количества различных значений используется массив. Если размер набора больше,

используется хэш-таблица. При дальнейшем увеличении количества значений, используется структура HyperLogLog, имеющая фиксированный размер в памяти.

- Результат детерминирован (не зависит от порядка выполнения запроса).

#### Note

Так как используется 32-битный хэш для не-`String` типов, результат будет иметь очень очень большую ошибку для количества различных элементов существенно больше `UINT_MAX` (ошибка быстро растёт начиная с нескольких десятков миллиардов различных значений), таким образом в этом случае нужно использовать [uniqCombined64](#)

По сравнению с функцией [uniq](#), `uniqCombined` :

- Потребляет в несколько раз меньше памяти.
- Вычисляет с в несколько раз более высокой точностью.
- Обычно имеет немного более низкую производительность. В некоторых сценариях `uniqCombined` может показывать более высокую производительность, чем `uniq`, например, в случае распределенных запросов, при которых по сети передаётся большое количество состояний агрегации.

Смотрите также

- [uniq](#)
- [uniqCombined64](#)
- [uniqHLL12](#)
- [uniqExact](#)

## uniqCombined64

Использует 64-битный хэш для всех типов, в отличие от [uniqCombined](#).

## uniqHLL12

Вычисляет приблизительное число различных значений аргументов, используя алгоритм [HyperLogLog](#).

```
uniqHLL12(x[, ...])
```

Параметры

Функция принимает переменное число входных параметров. Параметры могут быть числовых типов, а также `Tuple`, `Array`, `Date`, `DateTime`, `String`.

Возвращаемое значение

- Значение хэша с типом данных [UInt64](#).

Детали реализации

Функция:

- Вычисляет хэш для всех параметров агрегации, а затем использует его в вычислениях.
- Использует алгоритм HyperLogLog для аппроксимации числа различных значений аргументов.

Используется 212 5-битовых ячеек. Размер состояния чуть больше 2.5 КБ. Результат не точный (ошибка до ~10%) для небольших множеств (<10K элементов). Однако для множеств большой кардинальности (10K - 100M) результат довольно точен (ошибка до ~1.6%). Начиная с 100M ошибка оценки будет только расти и для

множеств огромной кардинальности ( $1B+$  элементов) функция возвращает результат с очень большой неточностью.

- Результат детерминирован (не зависит от порядка выполнения запроса).

Мы не рекомендуем использовать эту функцию. В большинстве случаев используйте функцию [uniq](#) или [uniqCombined](#).

Смотрите также

- [uniq](#)
- [uniqCombined](#)
- [uniqExact](#)

## uniqExact

Вычисляет точное количество различных значений аргументов.

```
uniqExact(x[, ...])
```

Функцию `uniqExact` следует использовать, если вам обязательно нужен точный результат. В противном случае используйте функцию [uniq](#).

Функция `uniqExact` расходует больше оперативной памяти, чем функция `uniq`, так как размер состояния неограниченно растёт по мере роста количества различных значений.

Параметры

Функция принимает переменное число входных параметров. Параметры могут быть числовых типов, а также `Tuple`, `Array`, `Date`, `DateTime`, `String`.

Смотрите также

- [uniq](#)
- [uniqCombined](#)
- [uniqHLL12](#)

## groupArray(x), groupArray(max\_size)(x)

Составляет массив из значений аргумента. Значения в массив могут быть добавлены в любом (недетерминированном) порядке.

Вторая версия (с параметром `max_size`) ограничивает размер результирующего массива `max_size` элементами. Например, `groupArray(1)(x)` эквивалентно `[any(x)]`.

В некоторых случаях, вы всё же можете рассчитывать на порядок выполнения запроса. Это — случаи, когда `SELECT` идёт из подзапроса, в котором используется `ORDER BY`.

## groupArrayInsertAt(x)

Вставляет в массив значение в заданную позицию.

Принимает на вход значение и позицию. Если на одну и ту же позицию вставляется несколько значений, в результирующем массиве может оказаться любое (первое в случае однопоточного выполнения). Если в позицию не вставляется ни одного значения, то позиции присваивается значение по умолчанию.

Опциональные параметры:

- Значение по умолчанию для подстановки на пустые позиции.
- Длина результирующего массива. Например, если вы хотите получать массивы одинакового размера для всех агрегатных ключей. При использовании этого параметра значение по умолчанию задавать обязательно.

## groupArrayMovingSum

Вычисляет скользящую сумму входных значений.

```
groupArrayMovingSum(numbers_for_summing)
groupArrayMovingSum(window_size)(numbers_for_summing)
```

Функция может принимать размер окна в качестве параметра. Если окно не указано, то функция использует размер окна, равный количеству строк в столбце.

### Параметры

- `numbers_for_summing` — выражение, возвращающее значение числового типа.
- `window_size` — размер окна.

### Возвращаемые значения

- Массив того же размера и типа, что и входные данные.

### Пример

Таблица с исходными данными:

```
CREATE TABLE t
(
    `int` UInt8,
    `float` Float32,
    `dec` Decimal32(2)
)
ENGINE = TinyLog
```

int	float	dec
1	1.1	1.10
2	2.2	2.20
4	4.4	4.40
7	7.77	7.77

Запросы:

```
SELECT
    groupArrayMovingSum(int) AS I,
    groupArrayMovingSum(float) AS F,
    groupArrayMovingSum(dec) AS D
FROM t
```

I	F	D
[1,3,7,14]	[1.1,3.3000002,7.7000003,15.47]	[1.10,3.30,7.70,15.47]

```
SELECT
    groupArrayMovingSum(2)(int) AS I,
    groupArrayMovingSum(2)(float) AS F,
    groupArrayMovingSum(2)(dec) AS D
FROM t
```

I	F	D
[1,3,6,11]	[1.1,3.3000002,6.6000004,12.17]	[1.10,3.30,6.60,12.17]

## groupArrayMovingAvg

Вычисляет скользящее среднее для входных значений.

```
groupArrayMovingAvg(numbers_for_summing)
groupArrayMovingAvg(window_size)(numbers_for_summing)
```

Функция может принимать размер окна в качестве параметра. Если окно не указано, то функция использует размер окна, равный количеству строк в столбце.

### Параметры

- `numbers_for_summing` — выражение, возвращающее значение числового типа.
- `window_size` — размер окна.

### Возвращаемые значения

- Массив того же размера и типа, что и входные данные.

Функция использует [округление к меньшему по модулю](#). Оно усекает десятичные разряды, незначимые для результирующего типа данных.

### Пример

Таблица с исходными данными:

```
CREATE TABLE t
(
    `int` UInt8,
    `float` Float32,
    `dec` Decimal32(2)
)
ENGINE = TinyLog
```

int	float	dec
1	1.1	1.10
2	2.2	2.20
4	4.4	4.40
7	7.77	7.77

Запросы:

```
SELECT
    groupArrayMovingAvg(int) AS I,
    groupArrayMovingAvg(float) AS F,
    groupArrayMovingAvg(dec) AS D
FROM t
```

I	F	D
[0,0,1,3]	[0.275,0.82500005,1.9250001,3.8675]	[0.27,0.82,1.92,3.86]

`SELECT`

```
groupArrayMovingAvg(2)(int) AS I,
groupArrayMovingAvg(2)(float) AS F,
groupArrayMovingAvg(2)(dec) AS D
FROM t
```

I	F	D
[0,1,3,5]	[0.55,1.6500001,3.3000002,6.085]	[0.55,1.65,3.30,6.08]

## groupUniqArray(x), groupUniqArray(max\_size)(x)

Составляет массив из различных значений аргумента. Расход оперативной памяти такой же, как у функции `uniqExact`.

Функция `groupUniqArray(max_size)(x)` ограничивает размер результирующего массива до `max_size` элементов. Например, `groupUniqArray(1)(x)` равнозначно `[any(x)]`.

## quantile(level)(x)

Приближённо вычисляет квантиль уровня `level`. `level` - константа, число с плавающей запятой от 0 до 1.

Рекомендуется использовать значения `level` в диапазоне `[0.01, 0.99]`. Не используйте значение 'level' равное 0 или 1 – используйте функции 'min' и 'max' для этих случаев.

В этой функции, равно как и во всех функциях для расчёта квантилей, параметр `level` может быть не указан. В таком случае, он принимается равным 0.5 - то есть, функция будет вычислять медиану.

Работает для чисел, дат, дат-с-временем. Для чисел возвращает `Float64`, для дат - дату, для дат-с-временем - дату-с-временем.

Используется [reservoir sampling](#) с размером резервуара до 8192. При необходимости, результат выдаётся с линейной аппроксимацией из двух соседних значений. Этот алгоритм обеспечивает весьма низкую точность расчёта. Смотрите также функции `quantileTiming`, `quantileTDigest`, `quantileExact`.

Результат зависит от порядка выполнения запроса, и является недетерминированным.

При использовании нескольких функций `quantile` (и аналогичных) с разными уровнями в запросе, внутренние состояния не объединяются (то есть, запрос работает менее эффективно, чем мог бы). В этом случае, используйте функцию `quantiles` (и аналогичные).

## quantileDeterministic(level)(x, determinator)

Работает аналогично функции `quantile`, но, в отличие от неё, результат является детерминированным и не зависит от порядка выполнения запроса.

Для этого, функция принимает второй аргумент - «детерминатор». Это некоторое число, хэш от которого используется вместо генератора случайных чисел в алгоритме [reservoir sampling](#). Для правильной работы функции, одно и то же значение детерминатора не должно встречаться слишком часто. В качестве детерминатора вы можете использовать идентификатор события, идентификатор посетителя и т. п.

Не используйте эту функцию для расчёта таймингов. Для этого есть более подходящая функция - `quantileTiming`.

## quantileTiming

Вычисляет квантиль заданного уровня с детерминированной точностью. Функция предназначена для расчётов квантилей времени загрузки страниц в миллисекундах.

```
quantileTiming(level)(expr)
```

### Параметры

- `level` — уровень квантили. Диапазон: [0, 1].
- `expr` — [выражение](#), возвращающее число типа [Float\\*](#). Функция ожидает на вход значения в формате UNIX-время в миллисекундах, но не проверяет формат входных значений.
  - Поведение функции не определено для отрицательных входных значений.
  - Если входное значение больше 30,000 (т.е. время загрузки страницы превышает 30 секунд), оно приравнивается к 30,000.

### Точность

Вычисления точны если:

- Общее количество значений не превышает 5670.
- Общее количество значений больше 5670, но времена загрузки страниц меньше 1024мс.

В противном случае, результат расчетов округляется до ближайшего числа, кратного 16мс.

#### Примечание

Для расчёта квантилей времени загрузки страниц, функция работает эффективней и с более высокой точностью, чем функция [quantile](#).

### Возвращаемое значение

- Квантиль заданного уровня.

Тип: `Float32`.

#### Примечание

Если в функцию не передано значений (для `quantileTimingIf`), возвращается `Nan`. Это необходимо для того, что бы отделить такие случаи от случаев, в которых результат 0. Смотрите замечания о сортировке значений `Nan` в разделе [Секция ORDER BY](#).

Результат детерминирован (не зависит от порядка выполнения запроса).

### Пример

```
SELECT quantileTiming(0.5)(number / 2) FROM numbers(10)
```

```
quantileTiming(0.5)(divide(number, 2))—  
2 |—————
```

## quantileTimingWeighted(level)(x, weight)

Отличается от функции `quantileTiming` наличием второго аргумента - «веса». Вес - неотрицательное целое число. Результат считается так же, как если бы в функцию `quantileTiming` значение `x` было передано `weight` количество раз.

## `quantileExact(level)(x)`

Вычисляет квантиль уровня `level` точно. Для этого, все переданные значения складываются в массив, который затем частично сортируется. Поэтому, функция потребляет  $O(n)$  памяти, где  $n$  - количество переданных значений. Впрочем, для случая маленького количества значений, функция весьма эффективна.

## `quantileExactWeighted(level)(x, weight)`

Вычисляет квантиль уровня `level` точно. При этом, каждое значение учитывается с весом `weight` - как будто оно присутствует `weight` раз. Аргументы функции можно рассматривать как гистограммы, где значению `x` соответствует «столбик» гистограммы высоты `weight`, а саму функцию можно рассматривать как суммирование гистограмм.

В качестве алгоритма используется хэш-таблица. Из-за этого, в случае, если передаваемые значения часто повторяются, функция потребляет меньше оперативки, чем `quantileExact`. Вы можете использовать эту функцию вместо `quantileExact`, указав в качестве веса число 1.

## `quantileTDigest(level)(x)`

Вычисляет квантиль уровня `level` приближенно, с использованием алгоритма [t-digest](#). Максимальная погрешность составляет 1%. Расход памяти на состояние пропорционален логарифму от количества переданных значений.

Производительность функции ниже `quantile`, `quantileTiming`. По соотношению размера состояния и точности, функция существенно лучше, чем `quantile`.

Результат зависит от порядка выполнения запроса, и является недетерминированным.

## `median(x)`

Для всех `quantile`-функций, также присутствуют соответствующие `median`-функции: `median`, `medianDeterministic`, `medianTiming`, `medianTimingWeighted`, `medianExact`, `medianExactWeighted`, `medianTDigest`. Они являются синонимами и их поведение ничем не отличается.

## `quantiles(level1, level2, ...)(x)`

Для всех `quantile`-функций, также присутствуют соответствующие `quantiles`-функции: `quantiles`, `quantilesDeterministic`, `quantilesTiming`, `quantilesTimingWeighted`, `quantilesExact`, `quantilesExactWeighted`, `quantilesTDigest`. Эти функции за один проход вычисляют все квантили перечисленных уровней и возвращают массив вычисленных значений.

## `varSamp(x)`

Вычисляет величину  $\sum((x - \bar{x})^2) / (n - 1)$ , где  $n$  - размер выборки,  $\bar{x}$  - среднее значение  $x$ .

Она представляет собой несмещённую оценку дисперсии случайной величины, если переданные в функцию значения являются выборкой этой случайной величины.

Возвращает `Float64`. В случае, когда  $n \leq 1$ , возвращается  $+\infty$ .

## `varPop(x)`

Вычисляет величину  $\sum((x - \bar{x})^2) / n$ , где  $n$  - размер выборки,  $\bar{x}$  - среднее значение  $x$ .

То есть, дисперсию для множества значений. Возвращает `Float64`.

### `stddevSamp(x)`

Результат равен квадратному корню от `varSamp(x)`.

### `stddevPop(x)`

Результат равен квадратному корню от `varPop(x)`.

### `topK(N)(column)`

Возвращает массив наиболее часто встречающихся значений в указанном столбце. Результирующий массив упорядочен по убыванию частоты значения (не по самим значениям).

Реализует [Filtered Space-Saving](#) алгоритм для анализа TopK, на основе reduce-and-combine алгоритма из методики [Parallel Space Saving](#).

#### `topK(N)(column)`

Функция не дает гарантированного результата. В некоторых ситуациях могут возникать ошибки, и функция возвращает частые, но не наиболее частые значения.

Рекомендуем использовать значения  $N < 10$ , при больших  $N$  снижается производительность. Максимально возможное значение  $N = 65536$ .

#### Аргументы

- ' $N$ ' - Количество значений.
- ' $x$ ' – Столбец.

#### Пример

Возьмём набор данных [OnTime](#) и выберем 3 наиболее часто встречающихся значения в столбце `AirlineID`.

```
SELECT topK(3)(AirlineID) AS res
FROM ontime
```

```
res
[19393,19790,19805] |
```

### `covarSamp(x, y)`

Вычисляет величину  $\sum((x - \bar{x})(y - \bar{y})) / (n - 1)$ .

Возвращает `Float64`. В случае, когда  $n \leq 1$ , возвращается  $+\infty$ .

### `covarPop(x, y)`

Вычисляет величину  $\sum((x - \bar{x})(y - \bar{y})) / n$ .

## corr(x, y)

Вычисляет коэффициент корреляции Пирсона:  $\Sigma((x - \bar{x})(y - \bar{y})) / \sqrt{\Sigma((x - \bar{x})^2) * \Sigma((y - \bar{y})^2)}$ .

## simpleLinearRegression

Выполняет простую (одномерную) линейную регрессию.

```
simpleLinearRegression(x, y)
```

Параметры:

- `x` — столбец со значениями зависимой переменной.
- `y` — столбец со значениями наблюдаемой переменной.

Возвращаемые значения:

Константы  $(a, b)$  результирующей прямой  $y = a*x + b$ .

### Примеры

```
SELECT arrayReduce('simpleLinearRegression', [0, 1, 2, 3], [0, 1, 2, 3])
```

```
arrayReduce('simpleLinearRegression', [0, 1, 2, 3], [0, 1, 2, 3])—  
| (1,0) |
```

```
SELECT arrayReduce('simpleLinearRegression', [0, 1, 2, 3], [3, 4, 5, 6])
```

```
arrayReduce('simpleLinearRegression', [0, 1, 2, 3], [3, 4, 5, 6])—  
| (1,3) |
```

## stochasticLinearRegression

Функция реализует стохастическую линейную регрессию. Поддерживает пользовательские параметры для скорости обучения, коэффициента регуляризации L2, размера mini-batch и имеет несколько методов обновления весов ([Adam](#) (по умолчанию), [simple SGD](#), [Momentum](#), [Nesterov](#)).

### Параметры

Есть 4 настраиваемых параметра. Они передаются в функцию последовательно, однако не обязательно указывать все, используются значения по умолчанию, однако хорошая модель требует некоторой настройки параметров.

```
stochasticLinearRegression(1.0, 1.0, 10, 'SGD')
```

1. Скорость обучения — коэффициент длины шага, при выполнении градиентного спуска. Слишком большая скорость обучения может привести к бесконечным весам модели. По умолчанию `0.00001`.
2. Коэффициент регуляризации L2. Помогает предотвратить подгонку. По умолчанию `0.1`.
3. Размер mini-batch задаёт количество элементов, чьи градиенты будут вычислены и просуммированы при выполнении одного шага градиентного спуска. Чистый стохастический спуск использует один элемент, однако использование mini-batch (около 10 элементов) делает градиентные шаги более стабильными. По умолчанию `15`.
4. Метод обновления весов, можно выбрать один из следующих: `Adam` (по умолчанию), `SGD`, `Momentum`,

Nesterov . Momentum и Nesterov более требовательные к вычислительным ресурсам и памяти, однако они имеют высокую скорость схождения и устойчивости методов стохастического градиента.

## Использование

`stochasticLinearRegression` используется на двух этапах: построение модели и предсказание новых данных. Чтобы построить модель и сохранить её состояние для дальнейшего использования, мы используем комбинатор `-State`. Для прогнозирования мы используем функцию `evalMLMethod`, которая принимает в качестве аргументов состояние и свойства для прогнозирования.

### 1. Построение модели

Пример запроса:

```
CREATE TABLE IF NOT EXISTS train_data
(
    param1 Float64,
    param2 Float64,
    target Float64
) ENGINE = Memory;

CREATE TABLE your_model ENGINE = Memory AS SELECT
stochasticLinearRegressionState(0.1, 0.0, 5, 'SGD')(target, param1, param2)
AS state FROM train_data;
```

Здесь нам также нужно вставить данные в таблицу `train_data`. Количество параметров не фиксировано, оно зависит только от количества аргументов, переданных в `linearRegressionState`. Все они должны быть числовыми значениями. Обратите внимание, что столбец с целевым значением (которое мы хотели бы научиться предсказывать) вставляется в качестве первого аргумента.

### 2. Прогнозирование

После сохранения состояния в таблице мы можем использовать его несколько раз для прогнозирования или смешать с другими состояниями и создать новые, улучшенные модели.

```
WITH (SELECT state FROM your_model) AS model SELECT
evalMLMethod(model, param1, param2) FROM test_data
```

Запрос возвращает столбец прогнозируемых значений. Обратите внимание, что первый аргумент `evalMLMethod` это объект `AggregateFunctionState`, далее идут столбцы свойств.

`test_data` — это таблица, подобная `train_data`, но при этом может не содержать целевое значение.

## Примечания

- Объединить две модели можно следующим запросом:

```
sql
SELECT state1 + state2 FROM your_models
```

где таблица `your_models` содержит обе модели. Запрос вернёт новый объект `AggregateFunctionState`.

- Пользователь может получать веса созданной модели для своих целей без сохранения модели, если не использовать комбинатор `-State`.

```
sql
SELECT stochasticLinearRegression(0.01)(target, param1, param2) FROM train_data
```

Подобный запрос строит модель и возвращает её веса, отвечающие параметрам моделей и смещение. Таким образом, в приведенном выше примере запрос вернет столбец с тремя значениями.

Смотрите также

- [stochasticLogisticRegression](#)
- [Отличие линейной от логистической регрессии.](#)

## stochasticLogisticRegression

Функция реализует стохастическую логистическую регрессию. Её можно использовать для задачи бинарной классификации, функция поддерживает те же пользовательские параметры, что и stochasticLinearRegression и работает таким же образом.

### Параметры

Параметры те же, что и в stochasticLinearRegression: learning rate , l2 regularization coefficient , mini-batch size , method for updating weights . Смотрите раздел [parameters](#).

```
stochasticLogisticRegression(1.0, 1.0, 10, 'SGD')
```

#### 1. Построение модели

Смотрите раздел [Построение модели](#) в описании [stochasticLinearRegression](#) .

Прогнозируемые метки должны быть в диапазоне [-1, 1].

#### 2. Прогнозирование

Используя сохраненное состояние, можно предсказать вероятность наличия у объекта метки 1 .

```
sql  
WITH (SELECT state FROM your_model) AS model SELECT  
evalMLMethod(model, param1, param2) FROM test_data
```

Запрос возвращает столбец вероятностей. Обратите внимание, что первый аргумент evalMLMethod это объект AggregateFunctionState , далее идут столбцы свойств.

Мы также можем установить границу вероятности, которая присваивает элементам различные метки.

```
sql  
SELECT ans < 1.1 AND ans > 0.5 FROM  
(WITH (SELECT state FROM your_model) AS model SELECT  
evalMLMethod(model, param1, param2) AS ans FROM test_data)
```

Тогда результатом будут метки.

test\_data — это таблица, подобная train\_data , но при этом может не содержать целевое значение.

Смотрите также

- [stochasticLinearRegression](#)
- [Отличие линейной от логистической регрессии](#)

## Комбинаторы агрегатных функций

К имени агрегатной функции может быть приписан некоторый суффикс. При этом, работа агрегатной функции некоторым образом модифицируется.

-If

К имени любой агрегатной функции может быть приписан суффикс -If. В этом случае, агрегатная функция принимает ещё один дополнительный аргумент - условие (типа UInt8). Агрегатная функция будет обрабатывать только те строки, для которых условие сработало. Если условие ни разу не сработало - возвращается некоторое

значение по умолчанию (обычно - нули, пустые строки).

Примеры: `sumIf(column, cond)` , `countIf(cond)` , `avgIf(x, cond)` , `quantilesTimingIf(level1, level2)(x, cond)` , `argMinIf(arg, val, cond)` и т. п.

С помощью условных агрегатных функций, вы можете вычислить агрегаты сразу для нескольких условий, не используя подзапросы и `JOIN`-ы. Например, в Яндекс.Метрике, условные агрегатные функции используются для реализации функциональности сравнения сегментов.

## -Array

К имени любой агрегатной функции может быть приписан суффикс `-Array`. В этом случае, агрегатная функция вместо аргументов типов `T` принимает аргументы типов `Array(T)` (массивы). Если агрегатная функция принимает несколько аргументов, то это должны быть массивы одинаковых длин. При обработке массивов, агрегатная функция работает, как исходная агрегатная функция по всем элементам массивов.

Пример 1: `sumArray(arr)` - просуммировать все элементы всех массивов `arr`. В данном примере можно было бы написать проще: `sum(arraySum(arr))` .

Пример 2: `uniqArray(arr)` - посчитать количество уникальных элементов всех массивов `arr`. Это можно было бы сделать проще: `uniq(arrayJoin(arr))` , но не всегда есть возможность добавить `arrayJoin` в запрос.

Комбинаторы `-If` и `-Array` можно сочетать. При этом, должен сначала идти `Array`, а потом `If`. Примеры: `uniqArrayIf(arr, cond)` , `quantilesTimingArrayIf(level1, level2)(arr, cond)` . Из-за такого порядка получается, что аргумент `cond` не должен быть массивом.

## -State

В случае применения этого комбинатора, агрегатная функция возвращает не готовое значение (например, в случае функции `uniq` — количество уникальных значений), а промежуточное состояние агрегации (например, в случае функции `unip` — хэш-таблицу для расчёта количества уникальных значений), которое имеет тип `AggregateFunction(...)` и может использоваться для дальнейшей обработки или может быть сохранено в таблицу для последующей доагрегации.

Для работы с промежуточными состояниями предназначены:

- Двигок таблиц [AggregatingMergeTree](#).
- Функция [finalizeAggregation](#).
- Функция [runningAccumulate](#).
- Комбинатор [-Merge](#).
- Комбинатор [-MergeState](#).

## -Merge

В случае применения этого комбинатора, агрегатная функция будет принимать в качестве аргумента промежуточное состояние агрегации, доаггрегировать (объединять вместе) эти состояния, и возвращать готовое значение.

## -MergeState

Выполняет слияние промежуточных состояний агрегации, аналогично комбинатору `-Merge`, но возвращает не готовое значение, а промежуточное состояние агрегации, аналогично комбинатору `-State`.

## -ForEach

Преобразует агрегатную функцию для таблиц в агрегатную функцию для массивов, которая применяет агрегирование для соответствующих элементов массивов и возвращает массив результатов. Например, `sumForEach` для массивов `[1, 2]`, `[3, 4, 5]` и `[6, 7]` даст результат `[10, 13, 5]`, сложив соответственные элементы массивов.

## -Resample

Позволяет поделить данные на группы, а затем по-отдельности агрегирует данные для этих групп. Группы образуются разбиением значений одного из столбцов на интервалы.

```
<aggFunction>Resample(start, end, step)(<aggFunction_params>, resampling_key)
```

### Параметры

- `start` — начальное значение для интервала значений `resampling_key`.
- `stop` — конечное значение для интервала значений `resampling_key`. Интервал не включает значение `stop` (`[start, stop)`).
- `step` — шаг деления полного интервала на подинтервалы. Функция `aggFunction` выполняется для каждого из подинтервалов независимо.
- `resampling_key` — столбец, значения которого используются для разделения данных на интервалы.
- `aggFunction_params` — параметры `aggFunction`.

### Возвращаемые значения

- Массив результатов `aggFunction` для каждого подинтервала.

### Пример

Рассмотрим таблицу `people` со следующими данными:

name	age	wage
John	16	10
Alice	30	15
Mary	35	8
Evelyn	48	11.5
David	62	9.9
Brian	60	16

Получим имена людей, чей возраст находится в интервалах `[30,60)` и `[60,75)`. Поскольку мы используем целочисленное представление возраста, то интервалы будут выглядеть как `[30, 59]` и `[60,74]`.

Чтобы собрать имена в массив, возьмём агрегатную функцию `groupArray`. Она принимает один аргумент. В нашем случае, это столбец `name`. Функция `groupArrayResample` должна использовать столбец `age` для агрегирования имён по возрасту. Чтобы определить необходимые интервалы, передадим в функцию `groupArrayResample` аргументы `30, 75, 30`.

```
SELECT groupArrayResample(30, 75, 30)(name, age) from people
```

```
groupArrayResample(30, 75, 30)(name, age)
[[['Alice','Mary','Evelyn'],['David','Brian']] |
```

Посмотрим на результаты.

John не попал в выдачу, поскольку слишком молод. Остальные распределены согласно заданным возрастным интервалам.

Теперь посчитаем общее количество людей и их среднюю заработную плату в заданных возрастных интервалах.

```
SELECT  
    countResample(30, 75, 30)(name, age) AS amount,  
    avgResample(30, 75, 30)(wage, age) AS avg_wage  
FROM people
```

amount	avg_wage
[3,2]	[11.5,12.949999809265137]

## Параметрические агрегатные функции

Некоторые агрегатные функции могут принимать не только столбцы-аргументы (по которым производится свёртка), но и набор параметров - констант для инициализации. Синтаксис - две пары круглых скобок вместо одной. Первая - для параметров, вторая - для аргументов.

### histogram

Рассчитывает адаптивную гистограмму. Не гарантирует точного результата.

```
histogram(number_of_bins)(values)
```

Функция использует [A Streaming Parallel Decision Tree Algorithm](#). Границы столбцов устанавливаются по мере поступления новых данных в функцию. В общем случае столбцы имеют разную ширину.

#### Параметры

`number_of_bins` — максимальное количество корзин в гистограмме. Функция автоматически вычисляет количество корзин. Она пытается получить указанное количество корзин, но если не получилось, то в результате корзин будет меньше. `values` — [выражение](#), предоставляющее входные значения.

#### Возвращаемые значения

- [Массив кортежей](#) следующего вида:

`[(lower_1, upper_1, height_1), ... (lower_N, upper_N, height_N)]`

- `lower` — нижняя граница корзины.
- `upper` — верхняя граница корзины.
- `height` — количество значений в корзине.

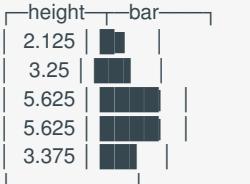
#### Пример

```
SELECT histogram(5)(number + 1)  
FROM (  
    SELECT *  
    FROM system.numbers  
    LIMIT 20  
)
```

histogram(5)(plus(number, 1))
[(1.4,5.4),(4.5,8.5,4),(8.5,12.75,4.125),(12.75,17.4,4.625),(17.2,20,3.25)]

С помощью функции `bar` можно визуализировать гистограмму, например:

```
WITH histogram(5)(rand() % 100) AS hist
SELECT
    arrayJoin(hist).3 AS height,
    bar(height, 0, 6, 5) AS bar
FROM
(
    SELECT *
    FROM system.numbers
    LIMIT 20
)
```



В этом случае необходимо помнить, что границы корзин гистограммы не известны.

`sequenceMatch(pattern)(timestamp, cond1, cond2, ...)`

Проверяет, содержит ли последовательность событий цепочку, которая соответствует указанному шаблону.

```
sequenceMatch(pattern)(timestamp, cond1, cond2, ...)
```

#### Предупреждение

События, произошедшие в одну и ту же секунду, располагаются в последовательности в неопределенном порядке, что может повлиять на результат работы функции.

#### Параметры

- `pattern` — строка с шаблоном. Смотрите [Синтаксис шаблонов](#).
- `timestamp` — столбец, содержащий метки времени. Типичный тип данных столбца — `Date` или `DateTime`. Также можно использовать любой из поддержанных типов данных `UInt`.
- `cond1`, `cond2` — условия, описывающие цепочку событий. Тип данных — `UInt8`. Можно использовать до 32 условий. Функция учитывает только те события, которые указаны в условиях. Функция пропускает данные из последовательности, если они не описаны ни в одном из условий.

#### Возвращаемые значения

- 1, если цепочка событий, соответствующая шаблону найдена.
- 0, если цепочка событий, соответствующая шаблону не найдена.

Тип: `UInt8`.

#### Синтаксис шаблонов

- `(?N)` — соответствует условию на позиции `N`. Условия пронумерованы по порядку в диапазоне `[1, 32]`. Например, `(?1)` соответствует условию, заданному параметром `cond1`.
- `*` — соответствует любому количеству событий. Для этого элемента шаблона не надо задавать условия.
- `(?t operator value)` — устанавливает время в секундах, которое должно разделять два события. Например, шаблон `(?1)(?t>1800)(?2)` соответствует событиям, которые произошли более чем через 1800 секунд друг от

друга. Между этими событиями может находиться произвольное количество любых событий. Операторы могут быть `>=`, `>`, `<`, `<=`.

## Примеры

Пусть таблица `t` содержит следующие данные:

time	number
1	1
2	3
3	2

Выполним запрос:

```
SELECT sequenceMatch('(?1)(?2)')(time, number = 1, number = 2) FROM t
```

```
sequenceMatch('(?1)(?2)')(time, equals(number, 1), equals(number, 2))—  
1 |
```

Функция нашла цепочку событий, в которой число 2 следует за числом 1. Число 3 между ними было пропущено, поскольку оно не было использовано ни в одном из условий.

```
SELECT sequenceMatch('(?1)(?2)')(time, number = 1, number = 2, number = 3) FROM t
```

```
sequenceMatch('(?1)(?2)')(time, equals(number, 1), equals(number, 2), equals(number, 3))—  
0 |
```

В этом случае функция не может найти цепочку событий, соответствующую шаблону, поскольку событие для числа 3 произошло между 1 и 2. Если бы в этом же случае мы бы проверяли условие на событие для числа 4, то цепочка бы соответствовала шаблону.

```
SELECT sequenceMatch('(?1)(?2)')(time, number = 1, number = 2, number = 4) FROM t
```

```
sequenceMatch('(?1)(?2)')(time, equals(number, 1), equals(number, 2), equals(number, 4))—  
1 |
```

Смотрите также

- [sequenceCount](#)

`sequenceCount(pattern)(time, cond1, cond2, ...)`

Вычисляет количество цепочек событий, соответствующих шаблону. Функция обнаруживает только непересекающиеся цепочки событий. Она начинает искать следующую цепочку только после того, как полностью совпала текущая цепочка событий.

### Предупреждение

События, произошедшие в одну и ту же секунду, располагаются в последовательности в неопределенном порядке, что может повлиять на результат работы функции.

```
sequenceCount(pattern)(timestamp, cond1, cond2, ...)
```

## Параметры

- `pattern` — строка с шаблоном. Смотрите [Синтаксис шаблонов](#).
- `timestamp` — столбец, содержащий метки времени. Тип данных столбца — `Date` или `DateTime`. Также можно использовать любой из поддержанных типов данных `UInt`.
- `cond1, cond2` — условия, описывающие цепочку событий. Тип данных — `UInt8`. Можно использовать до 32 условий. Функция учитывает только те события, которые указаны в условиях. Функция пропускает данные из последовательности, если они не описаны ни в одном из условий.

## Возвращаемое значение

- Число непересекающихся цепочек событий, соответствующих шаблону.

Тип: `UInt64`.

## Пример

Пусть таблица `t` содержит следующие данные:

time	number
1	1
2	3
3	2
4	1
5	3
6	2

Вычислим сколько раз число 2 стоит после числа 1, причем между 1 и 2 могут быть любые числа:

```
SELECT sequenceCount('(?1).*(?2)')(time, number = 1, number = 2) FROM t
```

```
sequenceCount('(?1).*(?2)')(time, equals(number, 1), equals(number, 2))—  
2 |
```

## Смотрите также

- [sequenceMatch](#)

```
windowFunnel(window)(timestamp, cond1, cond2, cond3, ...)
```

Отыскивает цепочки событий в скользящем окне по времени и вычисляет максимальное количество произошедших событий из цепочки.

```
windowFunnel(window)(timestamp, cond1, cond2, cond3, ...)
```

## Параметры

- `window` — ширина скользящего окна по времени в секундах.
- `timestamp` — имя столбца, содержащего отметки времени. Тип данных `Date`, `DateTime` или `UInt*`. Заметьте, что в случае хранения меток времени в столбцах с типом `UInt64`, максимально допустимое значение соответствует ограничению для типа `Int64`, т.е. равно `2^63-1`.
- `cond1, cond2 ...` — условия или данные, описывающие цепочку событий. Тип данных — `UInt8`. Значения могут

быть 0 или 1.

## Алгоритм

- Функция отыскивает данные, на которых срабатывает первое условие из цепочки, и присваивает счетчику событий значение 1. С этого же момента начинается отсчет времени скользящего окна.
- Если в пределах окна последовательно попадаются события из цепочки, то счетчик увеличивается. Если последовательность событий нарушается, то счетчик не растёт.
- Если в данных оказалось несколько цепочек разной степени завершенности, то функция выдаст только размер самой длинной цепочки.

## Возвращаемое значение

- Целое число. Максимальное количество последовательно сработавших условий из цепочки в пределах скользящего окна по времени. Исследуются все цепочки в выборке.

## Пример

Определим, успевает ли пользователь за час выбрать телефон в интернет-магазине и купить его.

Зададим следующую цепочку событий:

- Пользователь вошел в личный кабинет магазина ( eventID=1001 ).
- Пользователь ищет телефон ( eventID = 1003, product = 'phone' ).
- Пользователь сделал заказ ( eventID = 1009 ).

Чтобы узнать, как далеко пользователь user\_id смог пройти по цепочке за час в январе 2017-го года, составим запрос:

```
SELECT
    level,
    count() AS c
FROM
(
    SELECT
        user_id,
        windowFunnel(3600)(timestamp, eventID = 1001, eventID = 1003 AND product = 'phone', eventID = 1009) AS level
    FROM trend_event
    WHERE (event_date >= '2017-01-01') AND (event_date <= '2017-01-31')
    GROUP BY user_id
)
GROUP BY level
ORDER BY level
```

В результате мы можем получить 0, 1, 2 или 3 в зависимости от действий пользователя.

## uniqUpTo(N)(x)

Вычисляет количество различных значений аргумента, если оно меньше или равно N. В случае, если количество различных значений аргумента больше N, возвращает N + 1.

Рекомендуется использовать для маленьких N - до 10. Максимальное значение N - 100.

Для состояния агрегатной функции используется количество оперативки равное  $1 + N * \text{размер одного значения байт}$ . Для строк запоминается не криптографический хэш, имеющий размер 8 байт. То есть, для строк вычисление приближённое.

Функция также работает для нескольких аргументов.

Работает максимально быстро за исключением патологических случаев, когда используется большое значение N и количество уникальных значений чуть меньше N.

Пример применения:

Задача: показывать в отчёте только поисковые фразы, по которым было хотя бы 5 уникальных посетителей.  
Решение: пишем в запросе GROUP BY SearchPhrase HAVING uniqUpTo(4)(UserID) >= 5

## Табличные функции

Табличные функции — это метод создания таблиц.

Табличные функции можно использовать в:

- Секции `FROM` запроса `SELECT`.

Это способ создания временной таблицы, которая доступна только в текущем запросе.

- Запросе `CREATE TABLE AS`.

Это один из методов создания таблицы.

### Предупреждение

Если настройка `allow_ddl` выключена, то использовать табличные функции невозможно.

Функция	Описание
<code>file</code>	Создаёт таблицу с движком <a href="#">File</a> .
<code>merge</code>	Создаёт таблицу с движком <a href="#">Merge</a> .
<code>numbers</code>	Создаёт таблицу с единственным столбцом, заполненным целыми числами.
<code>remote</code>	Предоставляет доступ к удалённым серверам, не создавая таблицу с движком <a href="#">Distributed</a> .
<code>url</code>	Создаёт таблицу с движком <a href="#">Url</a> .
<code>mysql</code>	Создаёт таблицу с движком <a href="#">MySQL</a> .
<code>jdbc</code>	Создаёт таблицу с движком <a href="#">JDBC</a> .
<code>odbc</code>	Создаёт таблицу с движком <a href="#">ODBC</a> .
<code>hdfs</code>	Создаёт таблицу с движком <a href="#">HDFS</a> .

## `file`

Создаёт таблицу из файла. Данная табличная функция похожа на табличные функции `file` и `hdfs`.

`file(path, format, structure)`

Входные параметры

- `path` — относительный путь до файла от `user_files_path`. Путь к файлу поддерживает следующие шаблоны в

режиме доступа только для чтения `*`, `?`, `{abc,def}` и `{N..M}`, где `N`, `M` — числа, `'abc', 'def'` — строки.

- `format` — [формат](#) файла.
- `structure` — структура таблицы. Формат `'column1_name column1_type, column2_name column2_type, ...'`.

## Возвращаемое значение

Таблица с указанной структурой, предназначенная для чтения или записи данных в указанном файле.

## Пример

Настройка `user_files_path` и содержимое файла `test.csv`:

```
$ grep user_files_path /etc/clickhouse-server/config.xml
<user_files_path>/var/lib/clickhouse/user_files/</user_files_path>

$ cat /var/lib/clickhouse/user_files/test.csv
1,2,3
3,2,1
78,43,45
```

Таблица из `test.csv` и выборка первых двух строк из неё:

```
SELECT *
FROM file('test.csv', 'CSV', 'column1 UInt32, column2 UInt32, column3 UInt32')
LIMIT 2
```

column1	column2	column3
1	2	3
3	2	1

Шаблоны могут содержаться в нескольких компонентах пути. Обрабатываются только существующие файлы, название которых целиком удовлетворяет шаблону (не только суффиксом или префиксом).

- `*` — Заменяет любое количество любых символов кроме `/`, включая отсутствие символов.
- `?` — Заменяет ровно один любой символ.
- `{some_string,another_string,yet_another_one}` — Заменяет любую из строк `'some_string', 'another_string', 'yet_another_one'`.
- `{N..M}` — Заменяет любое число в интервале от `N` до `M` включительно.

Конструкция с `{}` аналогична табличной функции [remote](#).

## Пример

1. Предположим у нас есть несколько файлов со следующими относительными путями:
2. `'some_dir/some_file_1'`
3. `'some_dir/some_file_2'`
4. `'some_dir/some_file_3'`
5. `'another_dir/some_file_1'`
6. `'another_dir/some_file_2'`
7. `'another_dir/some_file_3'`
8. Запросим количество строк в этих файлах:

```
SELECT count(*)
FROM file('{some,another}_dir/some_file_{1..3}', 'TSV', 'name String, value UInt32')
```

1. Запросим количество строк во всех файлах этих двух директорий:

```
SELECT count(*)  
FROM file('{some,another}_dir/*', 'TSV', 'name String, value UInt32')
```

### ⚠ Warning

Если ваш список файлов содержит интервал с ведущими нулями, используйте конструкцию с фигурными скобками для каждой цифры по отдельности или используйте ? .

Пример

Запрос данных из файлов с именами file000 , file001 ,..., file999 :

```
SELECT count(*)  
FROM file('big_dir/file{0..9}{0..9}{0..9}', 'CSV', 'name String, value UInt32')
```

## merge

merge(db\_name, 'tables\_regexp') - создаёт временную таблицу типа Merge. Подробнеесмотрите раздел "Движки таблиц, Merge".

Структура таблицы берётся из первой попавшейся таблицы, подходящей под регулярное выражение.

## numbers

numbers(N) - возвращает таблицу с единственным столбцом number (UInt64), содержащим натуральные числа от 0 до N-1 . numbers(N, M) - возвращает таблицу с единственным столбцом number (UInt64), содержащим натуральные числа от N to (N + M - 1) .

Так же как и таблица system.numbers может использоваться для тестов и генерации последовательных значений. Функция numbers(N, M) работает более эффективно, чем выборка из system.numbers .

Следующие запросы эквивалентны:

```
SELECT * FROM numbers(10);  
SELECT * FROM numbers(0,10);  
SELECT * FROM system.numbers LIMIT 10;
```

Примеры:

```
-- генерация последовательности всех дат от 2010-01-01 до 2010-12-31  
select toDate('2010-01-01') + number as d FROM numbers(365);
```

## remote, remoteSecure

Позволяет обратиться к удалённым серверам без создания таблицы типа Distributed .

Сигнатуры:

```
remote('addresses_expr', db, table[, 'user'[, 'password']]])  
remote('addresses_expr', db.table[, 'user'[, 'password']]])
```

addresses\_expr - выражение, генерирующее адреса удалённых серверов. Это может быть просто один адрес

сервера. Адрес сервера - это `хост:порт`, или только `хост`. Хост может быть указан в виде имени сервера, или в виде IPv4 или IPv6 адреса. IPv6 адрес указывается в квадратных скобках. Порт - TCP-порт удалённого сервера. Если порт не указан, используется `tcp_port` из конфигурационного файла сервера (по умолчанию - 9000).

### Важно

С IPv6-адресом обязательно нужно указывать порт.

Примеры:

```
example01-01-1
example01-01-1:9000
localhost
127.0.0.1
[::]:9000
[2a02:6b8:0:1111::11]:9000
```

Адреса можно указать через запятую, в этом случае ClickHouse обработает запрос как распределённый, т.е. отправит его по всем указанным адресам как на шарды с разными данными.

Пример:

```
example01-01-1,example01-02-1
```

Часть выражения может быть указана в фигурных скобках. Предыдущий пример может быть записан следующим образом:

```
example01-0{1,2}-1
```

В фигурных скобках может быть указан диапазон (неотрицательных целых) чисел через две точки. В этом случае, диапазон раскрывается в множество значений, генерирующих адреса шардов. Если запись первого числа начинается с нуля, то значения формируются с таким же выравниванием нулями. Предыдущий пример может быть записан следующим образом:

```
example01-{01..02}-1
```

При наличии нескольких пар фигурных скобок, генерируется прямое произведение соответствующих множеств.

Адреса или их фрагменты в фигурных скобках можно указать через символ `|`. В этом случае, соответствующие множества адресов понимаются как реплики - запрос будет отправлен на первую живую реплику. При этом, реплики перебираются в порядке, согласно текущей настройке [load\\_balancing](#).

Пример:

```
example01-{01..02}-{1|2}
```

В этом примере указано два шарда, в каждом из которых имеется две реплики.

Количество генерируемых адресов ограничено константой - сейчас это 1000 штук.

Использование табличной функции `remote` менее оптимально, чем создание таблицы типа `Distributed`, так как в этом случае, соединения с серверами устанавливаются заново при каждом запросе, в случае задания имён хостов, делается резолвинг имён, а также не ведётся подсчёт ошибок при работе с разными репликами. При обработке большого количества запросов, всегда создавайте `Distributed` таблицу заранее, не используйте табличную функцию `remote`.

Табличная функция `remote` может быть полезна для следующих случаях:

- обращение на конкретный сервер в целях сравнения данных, отладки и тестирования;
- запросы между разными кластерами ClickHouse в целях исследований;
- нечастых распределённых запросов, задаваемых вручную;
- распределённых запросов, где набор серверов определяется каждый раз заново.

Если пользователь не задан, то используется `default`. Если пароль не задан, то используется пустой пароль.

`remoteSecure` - аналогично функции `remote`, но с соединением по шифрованному каналу. Порт по умолчанию - `tcp_port_secure` из конфига или 9440.

## url

`url(URL, format, structure)` - возвращает таблицу со столбцами, указанными в `structure`, созданную из данных находящихся по `URL` в формате `format`.

`URL` - адрес, по которому сервер принимает `GET` и/или `POST` запросы по протоколу HTTP или HTTPS.

`format` - [формат](#) данных.

`structure` - структура таблицы в форме '`UserID UInt64, Name String`'. Определяет имена и типы столбцов.

Пример

```
-- получение 3-х строк таблицы, состоящей из двух колонк типа String и UInt32 от сервера, отдающего данные в формате CSV
SELECT * FROM url('http://127.0.0.1:12345', CSV, 'column1 String, column2 UInt32') LIMIT 3
```

## mysql

Позволяет выполнять запросы `SELECT` над данными, хранящимися на удалённом MySQL сервере.

```
mysql('host:port', 'database', 'table', 'user', 'password'[, replace_query, 'on_duplicate_clause']);
```

Параметры

- `host:port` — адрес сервера MySQL.
- `database` — имя базы данных на удалённом сервере.
- `table` — имя таблицы на удалённом сервере.
- `user` — пользователь MySQL.
- `password` — пароль пользователя.
- `replace_query` — флаг, отвечающий за преобразование запросов `INSERT INTO` в `REPLACE INTO`. Если `replace_query=1`, то запрос заменяется.
- `on_duplicate_clause` — выражение `ON DUPLICATE KEY on_duplicate_clause`, добавляемое в запрос `INSERT`.

Пример: `INSERT INTO t (c1,c2) VALUES ('a', 2) ON DUPLICATE KEY UPDATE c2 = c2 + 1`, где `on_duplicate_clause` это `UPDATE c2 = c2 + 1`. Чтобы узнать какие `on_duplicate_clause` можно использовать с секцией `ON DUPLICATE KEY` обратитесь к документации MySQL.

Чтобы указать '`on_duplicate_clause`' необходимо передать `0` в параметр `replace_query`. Если одновременно передать `replace_query = 1` и '`on_duplicate_clause`', то ClickHouse сгенерирует исключение.

Простые условия `WHERE` такие как `=, !=, >, >=, <, =` выполняются на стороне сервера MySQL.

Остальные условия и ограничение выборки `LIMIT` будут выполнены в ClickHouse только после выполнения

запроса к MySQL.

### Возвращаемое значение

Объект таблицы с теми же столбцами, что и в исходной таблице MySQL.

### Пример использования

Таблица в MySQL:

```
mysql> CREATE TABLE `test`.`test` (
->   `int_id` INT NOT NULL AUTO_INCREMENT,
->   `int_nullable` INT NULL DEFAULT NULL,
->   `float` FLOAT NOT NULL,
->   `float_nullable` FLOAT NULL DEFAULT NULL,
->   PRIMARY KEY (`int_id`));
Query OK, 0 rows affected (0,09 sec)

mysql> insert into test (`int_id`, `float`) VALUES (1,2);
Query OK, 1 row affected (0,00 sec)

mysql> select * from test;
+-----+-----+-----+
| int_id | int_nullable | float | float_nullable |
+-----+-----+-----+
|    1 |      NULL |    2 |      NULL |
+-----+-----+-----+
1 row in set (0,00 sec)
```

Получение данных в ClickHouse:

```
SELECT * FROM mysql('localhost:3306', 'test', 'test', 'bayonet', '123')
```

int_id	int_nullable	float	float_nullable
1	NULL	2	NULL

### Смотрите также

- [Двигок таблиц 'MySQL'](#)
- [Использование MySQL как источника данных для внешнего словаря](#)

## jdbc

jdbc(jdbc\_connection\_uri, schema, table) - возвращает таблицу, соединение с которой происходит через JDBC-драйвер.

Для работы этой табличной функции требуется отдельно запускать приложение clickhouse-jdbc-bridge. Данная функция поддерживает Nullable типы (на основании DDL таблицы к которой происходит запрос).

### Пример

```
SELECT * FROM jdbc('jdbc:mysql://localhost:3306/?user=root&password=root', 'schema', 'table')
```

```
SELECT * FROM jdbc('mysql://localhost:3306/?user=root&password=root', 'schema', 'table')
```

```
SELECT * FROM jdbc('datasource://mysql-local', 'schema', 'table')
```

## odbc

Возвращает таблицу, подключенную через [ODBC](#).

```
odbc(connection_settings, external_database, external_table)
```

Параметры:

- `connection_settings` — название секции с настройками соединения в файле `odbc.ini` .
- `external_database` — имя базы данных во внешней СУБД.
- `external_table` — имя таблицы в `external_database` .

Чтобы использование ODBC было безопасным, ClickHouse использует отдельную программу `clickhouse-odbc-bridge` . Если драйвер ODBC подгружать непосредственно из `clickhouse-server` , то проблемы с драйвером могут привести к аварийной остановке сервера ClickHouse. ClickHouse автоматически запускает `clickhouse-odbc-bridge` по мере необходимости. Программа устанавливается из того же пакета, что и `clickhouse-server` .

Поля из внешней таблицы со значениями `NULL` получают значение по умолчанию для базового типа данных. Например, если поле в удалённой таблице MySQL имеет тип `INT NULL` оно сконвертируется в 0 (значение по умолчанию для типа данных ClickHouse `Int32` ).

## Пример использования

Получение данных из локальной установки MySQL через ODBC

Этот пример проверялся в Ubuntu Linux 18.04 для MySQL server 5.7.

Убедитесь, что unixODBC и MySQL Connector установлены.

По умолчанию (если установлен из пакетов) ClickHouse запускается от имени пользователя `clickhouse` . Таким образом, вам нужно создать и настроить этого пользователя на сервере MySQL.

```
$ sudo mysql
```

```
mysql> CREATE USER 'clickhouse'@'localhost' IDENTIFIED BY 'clickhouse';
mysql> GRANT ALL PRIVILEGES ON *.* TO 'clickhouse'@'clickhouse' WITH GRANT OPTION;
```

Теперь настроим соединение в `/etc/odbc.ini` .

```
$ cat /etc/odbc.ini
[mysqlconn]
DRIVER = /usr/local/lib/libmyodbc5w.so
SERVER = 127.0.0.1
PORT = 3306
DATABASE = test
USERNAME = clickhouse
PASSWORD = clickhouse
```

Вы можете проверить соединение с помощью утилиты `isql` из установки unixODBC.

```
$ isql -v mysqlconn
+-----+
| Connected!           |
|                   |
| ...                |

```

Таблица в MySQL:

```
mysql> CREATE TABLE `test`.`test` (
-> `int_id` INT NOT NULL AUTO_INCREMENT,
-> `int_nullable` INT NULL DEFAULT NULL,
-> `float` FLOAT NOT NULL,
-> `float_nullable` FLOAT NULL DEFAULT NULL,
-> PRIMARY KEY (`int_id`));
Query OK, 0 rows affected (0,09 sec)
```

```
mysql> insert into test (`int_id`, `float`) VALUES (1,2);
Query OK, 1 row affected (0,00 sec)
```

```
mysql> select * from test;
+-----+-----+-----+
| int_id | int_nullable | float | float_nullable |
+-----+-----+-----+
|     1 |      NULL |    2 |      NULL |
+-----+-----+-----+
1 row in set (0,00 sec)
```

Получение данных из таблицы MySQL в ClickHouse:

```
SELECT * FROM odbc('DSN=mysqlconn', 'test', 'test')
```

int_id	int_nullable	float	float_nullable
1	0	2	0

Смотрите также

- [Внешние словари ODBC](#)
- [Двигок таблиц ODBC.](#)

## hdfs

Создаёт таблицу из файла в HDFS. Данная табличная функция похожа на табличные функции [url](#) и [file](#).

```
hdfs(URI, format, structure)
```

Входные параметры

- `URI` — URI файла в HDFS. Путь к файлу поддерживает следующие шаблоны в режиме доступа только для чтения `*`, `?`, `{abc,def}` и `{N..M}`, где `N`, `M` — числа, `'abc', 'def'` — строки.
- `format` — [формат](#) файла.
- `structure` — структура таблицы. Формат `'column1_name column1_type, column2_name column2_type, ...'`.

Возвращаемое значение

Таблица с указанной структурой, предназначенная для чтения или записи данных в указанном файле.

Пример

Таблица из `hdfs://hdfs1:9000/test` и выборка первых двух строк из неё:

```
SELECT *
FROM hdfs('hdfs://hdfs1:9000/test', 'TSV', 'column1 UInt32, column2 UInt32, column3 UInt32')
LIMIT 2
```

column1	column2	column3
1	2	3
3	2	1

## Шаблоны в пути

- `*` — Заменяет любое количество любых символов кроме `/`, включая отсутствие символов.
- `?` — Заменяет ровно один любой символ.
- `{some_string,another_string,yet_another_one}` — Заменяет любую из строк `'some_string'`, `'another_string'`, `'yet_another_one'`.
- `{N..M}` — Заменяет любое число в интервале от `N` до `M` включительно.

Конструкция с `{}` аналогична табличной функции [remote](#).

### ⚠ Warning

Если ваш список файлов содержит интервал с ведущими нулями, используйте конструкцию с фигурными скобками для каждой цифры по отдельности или используйте `?`.

Шаблоны могут содержаться в разных частях пути. Обрабатываться будут ровно те файлы, которые и удовлетворяют всему шаблону пути, и существуют в файловой системе.

## input

`input(structure)` - табличная функция, позволяющая эффективно преобразовывать и вставлять отправленные на сервер данные, имеющие структуру `structure`, в таблицу другой структуры.

`structure` - структура отправляемых на сервер данных в формате `'column1_name column1_type, column2_name column2_type, ...'`. Например: `'id UInt32, name String'`.

Данная функция может быть использована только в запросе `INSERT SELECT` и только один раз, но в остальном ведет себя как обычная табличная функция (можно указать в подзапросе и т.д.).

Данные можно отправлять любым стандартным способом как для обычного `INSERT` запроса и в любом доступном [формате](#), который указывается в конце запроса (в отличие от обычного `INSERT SELECT`).

Главная особенность данной функции в том, что сервер при получении данных от клиента одновременно преобразует их в соответствии со списком выражений в `SELECT` части и вставляет в целевую таблицу. Временная таблица со всеми переданными данными не создается.

## Примеры

- Пусть у таблицы `test` следующая структура `(a String, b String)`, а в файле `data.csv` данные имеют другую структуру `(col1 String, col2 Date, col3 Int32)`. Запрос для вставки данных из файла `data.csv` в таблицу `test` с одновременным преобразованием и использованием функций выглядит так:

```
$ cat data.csv | clickhouse-client --query="INSERT INTO test SELECT lower(col1), col3 * col3 FROM input('col1 String, col2 Date, col3 Int32') FORMAT CSV";
```

- Если в `data.csv` лежат данные той же структуры `test_structure`, что и у таблицы `test`, то следующие два запроса эквивалентны:

```
$ cat data.csv | clickhouse-client --query="INSERT INTO test FORMAT CSV"
$ cat data.csv | clickhouse-client --query="INSERT INTO test SELECT * FROM input('test_structure') FORMAT CSV"
```

# Словари

Словарь — это отображение ( ключ -> атрибуты ), которое удобно использовать для различного вида справочников.

ClickHouse поддерживает специальные функции для работы со словарями, которые можно использовать в запросах. Проще и эффективнее использовать словари с помощью функций, чем `JOIN` с таблицами-справочниками.

В словаре нельзя хранить значения [NULL](#).

ClickHouse поддерживает:

- [Встроенные словари](#) со специфическим [набором функций](#).
- [Подключаемые \(внешние\) словари с набором функций](#).

## Внешние словари

Существует возможность подключать собственные словари из различных источников данных. Источником данных для словаря может быть локальный текстовый/исполнимый файл, HTTP(s) ресурс или другая СУБД. Подробнее смотрите в разделе "[Источники внешних словарей](#)".

ClickHouse:

- Полностью или частично хранит словари в оперативной памяти.
- Периодически обновляет их и динамически подгружает отсутствующие значения. Т.е. словари можно подгружать динамически.

Конфигурация внешних словарей находится в одном или нескольких файлах. Путь к конфигурации указывается в параметре [dictionaries\\_config](#).

Словари могут загружаться при старте сервера или при первом использовании, в зависимости от настройки [dictionaries\\_lazy\\_load](#).

Конфигурационный файл словарей имеет вид:

```
<yandex>
  <comment>Необязательный элемент с любым содержимым. Игнорируется сервером ClickHouse.</comment>
  <!-Необязательный элемент, имя файла с подстановками-->
  <include_from>/etc/metrika.xml</include_from>

  <dictionary>
    <!-- Конфигурация словаря -->
  </dictionary>

  ...
  <dictionary>
    <!-- Конфигурация словаря -->
  </dictionary>
</yandex>
```

В одном файле можно [сконфигурировать](#) произвольное количество словарей. Формат файла сохраняется даже если словарь один (т.е. `<yandex><dictionary><!--configuration--> </dictionary></yandex>` ).

можете преобразовывать значения по небольшому словарю, описав его в запросе `SELECT` (см. функцию [transform](#)). Эта функциональность не связана с внешними словарями.

Смотрите также:

- [Настройка внешнего словаря](#)
- [Хранение словарей в памяти](#)
- [Обновление словарей](#)
- [Источники внешних словарей](#)
- [Ключ и поля словаря](#)
- [Функции для работы с внешними словарями](#)

## Настройка внешнего словаря

Конфигурация словаря имеет следующую структуру:

```
<dictionary>
  <name>dict_name</name>

  <source>
    <!-- Source configuration -->
  </source>

  <layout>
    <!-- Memory layout configuration -->
  </layout>

  <structure>
    <!-- Complex key configuration -->
  </structure>

  <lifetime>
    <!-- Lifetime of dictionary in memory -->
  </lifetime>
</dictionary>
```

- **name** - Идентификатор, под которым словарь будет доступен для использования. Используйте символы [a-zA-Z0-9\_\-].
- **source** - Источник словаря.
- **layout** - Размещение словаря в памяти.
- **structure** - Структура словаря. Ключ и атрибуты, которые можно получить по ключу.
- **lifetime** - Периодичность обновления словарей.

## Хранение словарей в памяти

Словари можно размещать в памяти множеством способов.

Рекомендуем [flat](#), [hashed](#) и [complex\\_key\\_hashed](#). Скорость обработки словарей при этом максимальна.

Размещение с кэшированием не рекомендуется использовать из-за потенциально низкой производительности и сложностей в подборе оптимальных параметров. Читайте об этом подробнее в разделе "[cache](#)".

Повысить производительность словарей можно следующими способами:

- Вызывать функцию для работы со словарём после GROUP BY .
- Помечать извлекаемые атрибуты как инъективные. Атрибут называется инъективным, если разным ключам соответствуют разные значения атрибута. Тогда при использовании в GROUP BY функции, достающей

значение атрибута по ключу, эта функция автоматически выносится из GROUP BY .

При ошибках работы со словарями ClickHouse генерирует исключения. Например, в следующих ситуациях:

- При обращении к словарю, который не удалось загрузить.
- При ошибке запроса к `cached`-словарю.

Список внешних словарей и их статус можно посмотреть в таблице `system.dictionaries` .

Общий вид конфигурации:

```
<yandex>
  <dictionary>
    ...
    <layout>
      <layout_type>
        <!-- layout settings -->
      </layout_type>
    </layout>
    ...
  </dictionary>
</yandex>
```

## Способы размещения словарей в памяти

- [flat](#)
- [hashed](#)
- [cache](#)
- [range\\_hashed](#)
- [complex\\_key\\_hashed](#)
- [complex\\_key\\_cache](#)
- [ip\\_trie](#)

### **flat**

Словарь полностью хранится в оперативной памяти в виде плоских массивов. Объем памяти, занимаемой словарём пропорционален размеру самого большого по размеру ключа.

Ключ словаря имеет тип `UInt64` и его величина ограничена 500 000. Если при создании словаря обнаружен ключ больше, то ClickHouse бросает исключение и не создает словарь.

Поддерживаются все виды источников. При обновлении, данные (из файла, из таблицы) читаются целиком.

Этот метод обеспечивает максимальную производительность среди всех доступных способов размещения словаря.

Пример конфигурации:

```
<layout>
  <flat />
</layout>
```

### **hashed**

Словарь полностью хранится в оперативной памяти в виде хэш-таблиц. Словарь может содержать произвольное количество элементов с произвольными идентификаторами. На практике, количество ключей может достигать десятков миллионов элементов.

Поддерживаются все виды источников. При обновлении, данные (из файла, из таблицы) читаются целиком.

Пример конфигурации:

```
<layout>
<hashed />
</layout>
```

### **complex\_key\_hashed**

Тип размещения предназначен для использования с составными **ключами**. Аналогичен `hashed`.

Пример конфигурации:

```
<layout>
<complex_key_hashed />
</layout>
```

### **range\_hashed**

Словарь хранится в оперативной памяти в виде хэш-таблицы с упорядоченным массивом диапазонов и соответствующих им значений.

Этот способ размещения работает также как и `hashed` и позволяет дополнительно к ключу использовать диапазоны по дате/времени (произвольному числовому типу).

Пример: таблица содержит скидки для каждого рекламодателя в виде:

advertiser id	discount start date	discount end date	amount
123	2015-01-01	2015-01-15	0.15
123	2015-01-16	2015-01-31	0.25
456	2015-01-01	2015-01-15	0.05

Чтобы использовать выборку по диапазонам дат, необходимо в `structure` определить элементы `range_min`, `range_max`. В этих элементах должны присутствовать элементы `name` и `type` (если `type` не указан, будет использован тип по умолчанию -- `Date`). `type` может быть любым численным типом (`Date/DateTime/UInt64/Int32/др.`).

Пример:

```
<structure>
<id>
  <name>Id</name>
</id>
<range_min>
  <name>first</name>
  <type>Date</type>
</range_min>
<range_max>
  <name>last</name>
  <type>Date</type>
</range_max>
...
...
```

Для работы с такими словарями в функцию `dictGetT` необходимо передавать дополнительный аргумент, для которого подбирается диапазон:

```
dictGetT('dict_name', 'attr_name', id, date)
```

Функция возвращает значение для заданных `id` и диапазона дат, в который входит переданная дата.

Особенности алгоритма:

- Если не найден `id` или для найденного `id` не найден диапазон, то возвращается значение по умолчанию для словаря.
- Если есть перекрывающиеся диапазоны, то можно использовать любой подходящий.
- Если граница диапазона `NULL` или некорректная дата (1900-01-01, 2039-01-01), то диапазон считается открытый. Диапазон может быть открытым с обеих сторон.

Пример конфигурации:

```
<yandex>
  <dictionary>

  ...

  <layout>
    <range_hashed />
  </layout>

  <structure>
    <id>
      <name>Abcdef</name>
    </id>
    <range_min>
      <name>StartTimeStamp</name>
      <type>UInt64</type>
    </range_min>
    <range_max>
      <name>EndTimeStamp</name>
      <type>UInt64</type>
    </range_max>
    <attribute>
      <name>XXXTYPE</name>
      <type>String</type>
      <null_value />
    </attribute>
  </structure>

  </dictionary>
</yandex>
```

## cache

Словарь хранится в кэше, состоящем из фиксированного количества ячеек. Ячейки содержат часто используемые элементы.

При поиске в словаре сначала просматривается кэш. На каждый блок данных, все не найденные в кэше или устаревшие ключи запрашиваются у источника с помощью `SELECT attrs... FROM db.table WHERE id IN (k1, k2, ...)`. Затем, полученные данные записываются в кэш.

Для `cache`-словарей может быть задано время устаревания `lifetime` данных в кэше. Если от загрузки данных в ячейке прошло больше времени, чем `lifetime`, то значение не используется, и будет запрошено заново при следующей необходимости его использовать.

Это наименее эффективный из всех способов размещения словарей. Скорость работы кэша очень сильно зависит от правильности настройки и сценария использования. Словарь типа `cache` показывает высокую производительность лишь при достаточно больших `hit rate`-ах (рекомендуется 99% и выше). Посмотреть средний `hit rate` можно в таблице `system.dictionaries`.

Чтобы увеличить производительность кэша, используйте подзапрос с `LIMIT`, а снаружи вызывайте функцию со словарём.

Поддерживаются [источники](#): MySQL, ClickHouse, executable, HTTP.

Пример настройки:

```
<layout>
  <cache>
    <!-- Размер кэша в количестве ячеек. Округляется вверх до степени двух. -->
    <size_in_cells>1000000000</size_in_cells>
  </cache>
</layout>
```

Укажите достаточно большой размер кэша. Количество ячеек следует подобрать экспериментальным путём:

1. Выставить некоторое значение.
2. Запросами добиться полной заполненности кэша.
3. Оценить потребление оперативной памяти с помощью таблицы `system.dictionaries`.
4. Увеличивать/уменьшать количество ячеек до получения требуемого расхода оперативной памяти.

#### **Warning**

Не используйте в качестве источника ClickHouse, поскольку он медленно обрабатывает запросы со случайным чтением.

## **complex\_key\_cache**

Тип размещения предназначен для использования с составными [ключами](#). Аналогичен `cache`.

## **ip\_trie**

Тип размещения предназначен для сопоставления префиксов сети (IP адресов) с метаданными, такими как ASN.

Пример: таблица содержит префиксы сети и соответствующие им номера AS и коды стран:

prefix	asn	ccaa2
202.79.32.0/20	17501	NP
2620:0:870::/48	3856	US
2a02:6b8:1::/48	13238	RU
2001:db8::/32	65536	ZZ

При использовании такого макета структура должна иметь составной ключ.

Пример:

```

<structure>
  <key>
    <attribute>
      <name>prefix</name>
      <type>String</type>
    </attribute>
  </key>
  <attribute>
    <name>asn</name>
    <type>UInt32</type>
    <null_value />
  </attribute>
  <attribute>
    <name>ccs2</name>
    <type>String</type>
    <null_value>??</null_value>
  </attribute>
...

```

Этот ключ должен иметь только один атрибут типа `String`, содержащий допустимый префикс IP. Другие типы еще не поддерживаются.

Для запросов необходимо использовать те же функции (`dictGetT` с кортежем), что и для словарей с составными ключами:

```
dictGetT('dict_name', 'attr_name', tuple(ip))
```

Функция принимает либо `UInt32` для IPv4, либо `FixedString(16)` для IPv6:

```
dictGetString('prefix', 'asn', tuple(IPv6StringToNum('2001:db8::1')))
```

Никакие другие типы не поддерживаются. Функция возвращает атрибут для префикса, соответствующего данному IP-адресу. Если есть перекрывающиеся префиксы, возвращается наиболее специфический.

Данные хранятся в побитовом дереве (`trie`), он должен полностью помещаться в оперативной памяти.

## Обновление словарей

ClickHouse периодически обновляет словари. Интервал обновления для полностью загружаемых словарей и интервал инвалидации для кэшируемых словарей определяется в теге `<lifetime>` в секундах.

Обновление словарей (кроме загрузки при первом использовании) не блокирует запросы - во время обновления используется старая версия словаря. Если при обновлении возникнет ошибка, то ошибка пишется в лог сервера, а запросы продолжат использовать старую версию словарей.

Пример настройки:

```

<dictionary>
...
<lifetime>300</lifetime>
...
</dictionary>

```

Настройка `<lifetime>0</lifetime>` запрещает обновление словарей.

Можно задать интервал, внутри которого ClickHouse равномерно-случайно выберет время для обновления. Это необходимо для распределения нагрузки на источник словаря при обновлении на большом количестве серверов.

Пример настройки:

```
<dictionary>
...
<lifetime>
  <min>300</min>
  <max>360</max>
</lifetime>
...
</dictionary>
```

При обновлении словарей сервер ClickHouse применяет различную логику в зависимости от типа [источника](#):

- У текстового файла проверяется время модификации. Если время изменилось по отношению к запомненному ранее, то словарь обновляется.
- Для таблиц типа MyISAM, время модификации проверяется запросом SHOW TABLE STATUS .
- Словари из других источников по умолчанию обновляются каждый раз.

Для источников MySQL (InnoDB), ODBC и ClickHouse можно настроить запрос, который позволит обновлять словари только в случае их фактического изменения, а не каждый раз. Чтобы это сделать необходимо выполнить следующие условия/действия:

- В таблице словаря должно быть поле, которое гарантированно изменяется при обновлении данных в источнике.
- В настройках источника указывается запрос, который получает изменяющееся поле. Результат запроса сервер ClickHouse интерпретирует как строку и если эта строка изменилась по отношению к предыдущему состоянию, то словарь обновляется. Запрос следует указывать в поле `<invalidate_query>` настроек [источника](#).

Пример настройки:

```
<dictionary>
...
<odbc>
...
  <invalidate_query>SELECT update_time FROM dictionary_source where id = 1</invalidate_query>
</odbc>
...
</dictionary>
```

## Источники внешних словарей

Внешний словарь можно подключить из множества источников.

Общий вид конфигурации:

```
<yandex>
<dictionary>
...
<source>
  <source_type>
    <!-- Source configuration -->
  </source_type>
</source>
...
</dictionary>
...
</yandex>
```

Источник настраивается в разделе `source` .

Типы источников ( `source_type` ):

- [Локальный файл](#)
- [Исполняемый файл](#)
- [HTTP\(s\)](#)
- СУБД:
  - [ODBC](#)
  - [MySQL](#)
  - [ClickHouse](#)
  - [MongoDB](#)
  - [Redis](#)

## Локальный файл

Пример настройки:

```
<source>
  <file>
    <path>/opt/dictionaries/os.tsv</path>
    <format>TabSeparated</format>
  </file>
</source>
```

Поля настройки:

- `path` - Абсолютный путь к файлу.
- `format` - Формат файла. Поддерживаются все форматы, описанные в разделе "[Форматы](#)".

## Исполняемый файл

Работа с исполняемым файлом зависит от [размещения словаря в памяти](#). Если тип размещения словаря `cache` и `complex_key_cache`, то ClickHouse запрашивает необходимые ключи, отправляя запрос в `STDIN` исполняемого файла.

Пример настройки:

```
<source>
  <executable>
    <command>cat /opt/dictionaries/os.tsv</command>
    <format>TabSeparated</format>
  </executable>
</source>
```

Поля настройки:

- `command` - Абсолютный путь к исполняемому файлу или имя файла (если каталог программы прописан в `PATH`).
- `format` - Формат файла. Поддерживаются все форматы, описанные в разделе "[Форматы](#)".

## HTTP(s)

Работа с HTTP(s) сервером зависит от [размещения словаря в памяти](#). Если тип размещения словаря `cache` и `complex_key_cache`, то ClickHouse запрашивает необходимые ключи, отправляя запрос методом `POST`.

Пример настройки:

```
<source>
<http>
  <url>http://[:1]/os.tsv</url>
  <format>TabSeparated</format>
</http>
</source>
```

Чтобы ClickHouse смог обратиться к HTTPS-ресурсу, необходимо [настроить openSSL](#) в конфигурации сервера.

Поля настройки:

- `url` - URL источника.
- `format` - Формат файла. Поддерживаются все форматы, описанные в разделе "[Форматы](#)".

## ODBC

Этим способом можно подключить любую базу данных, имеющую ODBC драйвер.

Пример настройки:

```
<odbc>
  <db>DatabaseName</db>
  <table>ShemaName.TableName</table>
  <connection_string>DSN=some_parameters</connection_string>
  <invalidate_query>SQL_QUERY</invalidate_query>
</odbc>
```

Поля настройки:

- `db` - имя базы данных. Не указывать, если имя базы задано в параметрах `<connection_string>`.
- `table` - имя таблицы и схемы, если она есть.
- `connection_string` - строка соединения.
- `invalidate_query` - запрос для проверки статуса словаря. Необязательный параметр. Читайте подробнее в разделе [Обновление словарей](#).

ClickHouse получает от ODBC-драйвера информацию о квотировании и квотирует настройки в запросах к драйверу, поэтому имя таблицы нужно указывать в соответствии с регистром имени таблицы в базе данных.

Если у вас есть проблемы с кодировками при использовании Oracle, ознакомьтесь с соответствующим разделом [FAQ](#).

## Выявленная уязвимость в функционировании ODBC словарей

### Attention

При соединении с базой данных через ODBC можно заменить параметр соединения `Servername`. В этом случае, значения `USERNAME` и `PASSWORD` из `odbc.ini` отправляются на удаленный сервер и могут быть скомпрометированы.

Пример небезопасного использования

Сконфигурируем unixODBC для работы с PostgreSQL. Содержимое `/etc/odbc.ini` :

```
[gregtest]
Driver = /usr/lib/psqlodbc.so
Servername = localhost
PORT = 5432
DATABASE = test_db
##OPTION = 3
USERNAME = test
PASSWORD = test
```

Если выполнить запрос вида:

```
SELECT * FROM odbc('DSN=gregtest;Servername=some-server.com', 'test_db');
```

то ODBC драйвер отправит значения USERNAME и PASSWORD из odbc.ini на some-server.com .

### Пример подключения PostgreSQL

OC Ubuntu.

Установка unixODBC и ODBC-драйвера для PostgreSQL::

```
$ sudo apt-get install -y unixodbc odbcinst odbc-postgresql
```

Настройка /etc/odbc.ini (или ~/.odbc.ini ):

```
[DEFAULT]
Driver = myconnection

[myconnection]
Description      = PostgreSQL connection to my_db
Driver          = PostgreSQL Unicode
Database        = my_db
Servername      = 127.0.0.1
UserName        = username
Password        = password
Port            = 5432
Protocol        = 9.3
ReadOnly         = No
RowVersioning   = No
ShowSystemTables = No
ConnSettings    =
```

Конфигурация словаря в ClickHouse:

```
<yandex>
<dictionary>
  <name>table_name</name>
  <source>
    <odbc>
      <!-- в connection_string можно указывать следующие параметры: -->
      <!-- DSN=myconnection;UID=username;PWD=password;HOST=127.0.0.1;PORT=5432;DATABASE=my_db -->
      <connection_string>DSN=myconnection</connection_string>
      <table>postgresql_table</table>
    </odbc>
  </source>
  <lifetime>
    <min>300</min>
    <max>360</max>
  </lifetime>
  <layout>
    <hashed/>
  </layout>
  <structure>
    <id>
      <name>id</name>
    </id>
    <attribute>
      <name>some_column</name>
      <type>UInt64</type>
      <null_value>0</null_value>
    </attribute>
  </structure>
  </dictionary>
</yandex>
```

Может понадобиться в `odbc.ini` указать полный путь до библиотеки с драйвером `DRIVER=/usr/local/lib/psqlodbcw.so`.

### Пример подключения MS SQL Server

ОС Ubuntu.

Установка драйвера::

```
$ sudo apt-get install tdsodbc freetds-bin sqsh
```

Настройка драйвера::

```

$ cat /etc/freetds/freetds.conf
...
[MSQL]
host = 192.168.56.101
port = 1433
tds version = 7.0
client charset = UTF-8

$ cat /etc/odbcinst.ini
...
[FreeTDS]
Description = FreeTDS
Driver = /usr/lib/x86_64-linux-gnu/odbc/libtdsodbc.so
Setup = /usr/lib/x86_64-linux-gnu/odbc/libtdsS.so
FileUsage = 1
UsageCount = 5

$ cat ~/.odbc.ini
...
[MSQL]
Description = FreeTDS
Driver = FreeTDS
Servername = MSQL
Database = test
UID = test
PWD = test
Port = 1433

```

Настройка словаря в ClickHouse:

```

<yandex>
  <dictionary>
    <name>test</name>
    <source>
      <odbc>
        <table>dict</table>
        <connection_string>DSN=MSSQL;UID=test;PWD=test</connection_string>
      </odbc>
    </source>

    <lifetime>
      <min>300</min>
      <max>360</max>
    </lifetime>

    <layout>
      <flat />
    </layout>

    <structure>
      <id>
        <name>k</name>
      </id>
      <attribute>
        <name>s</name>
        <type>String</type>
        <null_value></null_value>
      </attribute>
    </structure>
  </dictionary>
</yandex>

```

СУБД

**MySQL**

Пример настройки:

```
<source>
<mysql>
<port>3306</port>
<user>clickhouse</user>
<password>qwerty</password>
<replica>
<host>example01-1</host>
<priоритет>1</priоритет>
</replica>
<replica>
<host>example01-2</host>
<priоритет>1</priоритет>
</replica>
<db>db_name</db>
<table>table_name</table>
<where>id=10</where>
<invalidate_query>SQL_QUERY</invalidate_query>
</mysql>
</source>
```

Поля настройки:

- `port` - порт сервера MySQL. Можно указать для всех реплик или для каждой в отдельности (внутри `<replica>` ).
- `user` - имя пользователя MySQL. Можно указать для всех реплик или для каждой в отдельности (внутри `<replica>` ).
- `password` - пароль пользователя MySQL. Можно указать для всех реплик или для каждой в отдельности (внутри `<replica>` ).
- `replica` - блок конфигурации реплики. Блоков может быть несколько.
  - `replica/host` - хост MySQL.

\* `replica/priority` - приоритет реплики. При попытке соединения ClickHouse обходит реплики в соответствии с приоритетом. Чем меньше цифра, тем выше приоритет. - `db` - имя базы данных. - `table` - имя таблицы. - `where` - условие выбора. Необязательный параметр. - `invalidate_query` - запрос для проверки статуса словаря. Необязательный параметр. Читайте подробнее в разделе [Обновление словарей](#).

MySQL можно подключить на локальном хосте через сокеты, для этого необходимо задать `host` и `socket` .

Пример настройки:

```
<source>
<mysql>
<host>localhost</host>
<socket>/path/to/socket/file.sock</socket>
<user>clickhouse</user>
<password>qwerty</password>
<db>db_name</db>
<table>table_name</table>
<where>id=10</where>
<invalidate_query>SQL_QUERY</invalidate_query>
</mysql>
</source>
```

## ClickHouse

Пример настройки:

```
<source>
<clickhouse>
  <host>example01-01-1</host>
  <port>9000</port>
  <user>default</user>
  <password></password>
  <db>default</db>
  <table>ids</table>
  <where>id=10</where>
</clickhouse>
</source>
```

Поля настройки:

- `host` - хост ClickHouse. Если `host` локальный, то запрос выполняется без сетевого взаимодействия. Чтобы повысить отказоустойчивость решения, можно создать таблицу типа [Distributed](#) и прописать её в дальнейших настройках.
- `port` - порт сервера ClickHouse.
- `user` - имя пользователя ClickHouse.
- `password` - пароль пользователя ClickHouse.
- `db` - имя базы данных.
- `table` - имя таблицы.
- `where` - условие выбора. Может отсутствовать.
- `invalidate_query` - запрос для проверки статуса словаря. Необязательный параметр. Читайте подробнее в разделе [Обновление словарей](#).

## MongoDB

Пример настройки:

```
<source>
<mongodb>
  <host>localhost</host>
  <port>27017</port>
  <user></user>
  <password></password>
  <db>test</db>
  <collection>dictionary_source</collection>
</mongodb>
</source>
```

Поля настройки:

- `host` - хост MongoDB.
- `port` - порт сервера MongoDB.
- `user` - имя пользователя MongoDB.
- `password` - пароль пользователя MongoDB.
- `db` - имя базы данных.
- `collection` - имя коллекции.

## Redis

Пример настройки:

```
<source>
  <redis>
    <host>localhost</host>
    <port>6379</port>
    <storage_type>simple</storage_type>
    <db_index>0</db_index>
  </redis>
</source>
```

Поля настройки:

- `host` – хост Redis.
- `port` – порт сервера Redis.
- `storage_type` – способ хранения ключей. Необходимо использовать `simple` для источников с одним столбцом ключей, `hash_map` -- для источников с двумя столбцами ключей. Источники с более, чем двумя столбцами ключей, не поддерживаются. Может отсутствовать, значение по умолчанию `simple`.
- `db_index` – номер базы данных. Может отсутствовать, значение по умолчанию 0.

## Ключ и поля словаря

Секция `<structure>` описывает ключ словаря и поля, доступные для запросов.

Общий вид структуры:

```
<dictionary>
  <structure>
    <id>
      <name>Id</name>
    </id>

    <attribute>
      <!-- Attribute parameters -->
    </attribute>

    ...
  </structure>
</dictionary>
```

В структуре описываются столбцы:

- `<id>` — **ключевой столбец**.
- `<attribute>` — **столбец данных**. Столбцов может быть много.

## Ключ

ClickHouse поддерживает следующие виды ключей:

- Числовой ключ. `UInt64`. Описывается в теге `<id>`.
- Составной ключ. Набор значений разного типа. Описывается в теге `<key>`.

Структура может содержать либо `<id>` либо `<key>`.

### Обратите внимание

Ключ не надо дополнительно описывать в атрибутах.

## Числовой ключ

Тип: UInt64 .

Пример конфигурации:

```
<id>
  <name>Id</name>
</id>
```

Поля конфигурации:

- name — имя столбца с ключами.

## Составной ключ

Ключом может быть кортеж ( tuple ) из полей произвольных типов. В этом случае [layout](#) должен быть `complex_key_hashed` или `complex_key_cache` .



Совет

Составной ключ может состоять из одного элемента. Это даёт возможность использовать в качестве ключа, например, строку.

Структура ключа задаётся в элементе `<key>` . Поля ключа задаются в том же формате, что и [атрибуты](#) словаря.

Пример:

```
<structure>
  <key>
    <attribute>
      <name>field1</name>
      <type>String</type>
    </attribute>
    <attribute>
      <name>field2</name>
      <type>UInt32</type>
    </attribute>
    ...
  </key>
  ...
```

При запросе в функции `dictGet*` в качестве ключа передаётся кортеж. Пример: `dictGetString('dict_name', 'attr_name', tuple('string for field1', num_for_field2))` .

## Атрибуты

Пример конфигурации:

```
<structure>
  ...
  <attribute>
    <name>Name</name>
    <type>ClickHouseDataType</type>
    <null_value></null_value>
    <expression>rand64()</expression>
    <hierarchical>true</hierarchical>
    <injective>true</injective>
    <is_object_id>true</is_object_id>
  </attribute>
</structure>
```

Поля конфигурации:

Тер	Описание	Обязательный
name	Имя столбца.	Да
type	Тип данных ClickHouse. ClickHouse пытается привести значение из словаря к заданному типу данных. Например, в случае MySQL, в таблице-источнике поле может быть <code>TEXT</code> , <code>VARCHAR</code> , <code>BLOB</code> , но загружено может быть как <code>String</code> . <code>Nullable</code> не поддерживается.	Да
null_value	Значение по умолчанию для несуществующего элемента. В примере это пустая строка. Нельзя указать значение <code>NULL</code> .	Да
expression	<b>Выражение</b> , которое ClickHouse выполняет со значением. Выражением может быть имя столбца в удаленной SQL базе. Таким образом, вы можете использовать его для создания псевдонима удаленного столбца.  Значение по умолчанию: нет выражения.	Нет
hierarchical	Поддержка иерархии. Отображение в идентификатор родителя.  Значение по умолчанию: <code>false</code> .	Нет
injective	Признак <b>инъективности</b> отображения <code>id -&gt; attribute</code> . Если <code>true</code> , то обращения к словарям с включенной инъективностью могут быть автоматически переставлены ClickHouse за стадию <code>GROUP BY</code> , что как правило существенно сокращает их количество.  Значение по умолчанию: <code>false</code> .	Нет
is_object_id	Признак того, что запрос выполняется к документу MongoDB по <code>ObjectID</code> .  Значение по умолчанию: <code>false</code> .	Нет

## Встроенные словари

ClickHouse содержит встроенную возможность работы с геобазой.

Это позволяет:

- для идентификатора региона получить его имя на нужном языке;
- по идентификатору региона получить идентификатор города, области, федерального округа, страны, континента;
- проверить, что один регион входит в другой;
- получить цепочку родительских регионов.

Все функции поддерживают "транслокальность", то есть возможность использовать одновременно разные точки зрения на принадлежность регионов. Подробнее смотрите в разделе "Функции для работы со словарями Яндекс.Метрики".

В пакете по умолчанию, встроенные словари выключены. Для включения, раскомментируйте параметры `path_to_regions_hierarchy_file` и `path_to_regions_names_files` в конфигурационном файле сервера.

Геобаза загружается из текстовых файлов.

Положите файлы `regions_hierarchy*.txt` в директорию `path_to_regions_hierarchy_file`. Этот конфигурационный параметр должен содержать путь к файлу `regions_hierarchy.txt` (иерархия регионов по умолчанию), а другие файлы

( regions\_hierarchy\_ua.txt ) должны находиться рядом в той же директории.

Положите файлы regions\_names\_\*.txt в директорию path\_to\_regions\_names\_files .

Также вы можете создать эти файлы самостоятельно. Формат файлов такой:

regions\_hierarchy\*.txt : TabSeparated (без заголовка), столбцы:

- идентификатор региона ( UInt32 );
- идентификатор родительского региона ( UInt32 );
- тип региона ( UInt8 ): 1 - континент, 3 - страна, 4 - федеральный округ, 5 - область, 6 - город; остальные типы не имеют значения;
- население ( UInt32 ) - не обязательный столбец.

regions\_names\_\*.txt : TabSeparated (без заголовка), столбцы:

- идентификатор региона ( UInt32 );
- имя региона ( String ) - не может содержать табы или переводы строк, даже экранированные.

Для хранения в оперативке используется плоский массив. Поэтому, идентификаторы не должны быть больше миллиона.

Словари могут обновляться без перезапуска сервера. Но набор доступных словарей не обновляется. Для обновления проверяется время модификации файлов; если файл изменился, то словарь будет обновлён. Периодичность проверки настраивается конфигурационным параметром builtin\_dictionaries\_reload\_interval . Обновление словарей (кроме загрузки при первом использовании) не блокирует запросы - во время обновления запросы используют старую версию словарей. Если при обновлении возникнет ошибка, то ошибка пишется в лог сервера, а запросы продолжат использовать старую версию словарей.

Рекомендуется периодически обновлять словари с геобазой. При обновлении, генерируйте новые файлы, записывая их в отдельное место, а только когда всё готово - переименовывайте в файлы, которые использует сервер.

Также имеются функции для работы с идентификаторами операционных систем и поисковых систем Яндекс.Метрики, пользоваться которыми не нужно.

## Операторы

Все операторы преобразуются в соответствующие функции на этапе парсинга запроса, с учётом их приоритетов и ассоциативности. Далее будут перечислены группы операторов в порядке их приоритета (чем выше, тем раньше оператор связывается со своими аргументами).

### Операторы доступа

a[N] - доступ к элементу массива, функция arrayElement(a, N) .

a.N - доступ к элементу кортежа, функция tupleElement(a, N) .

### Оператор числового отрицания

-a - функция negate(a) .

### Операторы умножения и деления

`a * b` - функция `multiply(a, b)`

`a / b` - функция `divide(a, b)`

`a % b` - функция `modulo(a, b)`

## Операторы сложения и вычитания

`a + b` - функция `plus(a, b)`

`a - b` - функция `minus(a, b)`

## Операторы сравнения

`a = b` - функция `equals(a, b)`

`a == b` - функция `equals(a, b)`

`a != b` - функция `notEquals(a, b)`

`a <> b` - функция `notEquals(a, b)`

`a <= b` - функция `lessOrEquals(a, b)`

`a >= b` - функция `greaterOrEquals(a, b)`

`a < b` - функция `less(a, b)`

`a > b` - функция `greater(a, b)`

`a LIKE s` - функция `like(a, b)`

`a NOT LIKE s` - функция `notLike(a, b)`

`a BETWEEN b AND c` - равнозначно `a >= b AND a <= c`

`a NOT BETWEEN b AND c` - равнозначно `a < b OR a > c`

## Операторы для работы с множествами

Смотрите раздел [Операторы IN](#).

`a IN ...` - функция `in(a, b)`

`a NOT IN ...` - функция `notIn(a, b)`

`a GLOBAL IN ...` - функция `globalIn(a, b)`

`a GLOBAL NOT IN ...` - функция `globalNotIn(a, b)`

## Оператор для работы с датами и временем

### **EXTRACT**

`EXTRACT(part FROM date);`

Позволяет извлечь отдельные части из переданной даты. Например, можно получить месяц из даты, или минуты из времени.

В параметре `part` указывается, какой фрагмент даты нужно получить. Доступные значения:

- `DAY` — День. Возможные значения: 1–31.
- `MONTH` — Номер месяца. Возможные значения: 1–12.
- `YEAR` — Год.
- `SECOND` — Секунда. Возможные значения: 0–59.
- `MINUTE` — Минута. Возможные значения: 0–59.
- `HOUR` — Час. Возможные значения: 0–23.

Эти значения могут быть указаны также в нижнем регистре (`day`, `month`).

В параметре `date` указывается исходная дата. Поддерживаются типы `Date` и `DateTime`.

Примеры:

```
SELECT EXTRACT(DAY FROM toDate('2017-06-15'));
SELECT EXTRACT(MONTH FROM toDate('2017-06-15'));
SELECT EXTRACT(YEAR FROM toDate('2017-06-15'));
```

В следующем примере создадим таблицу и добавим в неё значение с типом `DateTime`.

```
CREATE TABLE test.Orders
(
    OrderId UInt64,
    OrderName String,
    OrderDate DateTime
)
ENGINE = Log;
```

```
INSERT INTO test.Orders VALUES (1, 'Jarlsberg Cheese', toDateTime('2008-10-11 13:23:44'));
```

```
SELECT
    toYear(OrderDate) AS OrderYear,
    toMonth(OrderDate) AS OrderMonth,
    toDayOfMonth(OrderDate) AS OrderDay,
    toHour(OrderDate) AS OrderHour,
    toMinute(OrderDate) AS OrderMinute,
    toSecond(OrderDate) AS OrderSecond
FROM test.Orders;
```

OrderYear	OrderMonth	OrderDay	OrderHour	OrderMinute	OrderSecond
2008	10	11	13	23	44

Больше примеров приведено в [тестах](#).

## INTERVAL

Создаёт значение типа `Interval` которое должно использоваться в арифметических операциях со значениями типов `Date` и `DateTime`.

Типы интервалов: - SECOND - MINUTE - HOUR - DAY - WEEK - MONTH - QUARTER - YEAR

### Внимание

Интервалы различных типов нельзя объединять. Нельзя использовать выражения вида `INTERVAL 4 DAY 1 HOUR`. Вместо этого интервалы можно выразить в единицах меньших или равных наименьшей единице интервала, Например, `INTERVAL 25 HOUR`. Также можно выполнять последовательные операции как показано в примере ниже.

Пример:

```
SELECT now() AS current_date_time, current_date_time + INTERVAL 4 DAY + INTERVAL 3 HOUR
```

current_date_time	plus(now(), toIntervalDay(4), toIntervalHour(3))
2019-10-23 11:16:28	2019-10-27 14:16:28

Смотрите также

- Тип данных [Interval](#)
- Функции преобразования типов [toInterval](#)

## Оператор логического отрицания

NOT a - функция `not(a)`

## Оператор логического 'И'

a AND b - функция `and(a, b)`

## Оператор логического 'ИЛИ'

a OR b - функция `or(a, b)`

## Условный оператор

a ? b : c - функция `if(a, b, c)`

Примечание:

Условный оператор сначала вычисляет значения b и c, затем проверяет выполнение условия a, и только после этого возвращает соответствующее значение. Если в качестве b или c выступает функция [arrayJoin\(\)](#), то размножение каждой строки произойдет вне зависимости от условия a.

## Условное выражение

```
CASE [x]
  WHEN a THEN b
  [WHEN ... THEN ...]
  [ELSE c]
END
```

В случае указания x - функция `transform(x, [a, ...], [b, ...], c)`. Иначе — `multilf(a, b, ..., c)`. При отсутствии секции ELSE c , значением по умолчанию будет `NULL`.

### Примечание

Функция `transform` не умеет работать с `NULL`.

## Оператор склеивания строк

s1 || s2 - функция `concat(s1, s2)`

## Оператор создания лямбда-выражения

`x -> expr` - функция `lambda(x, expr)`

Следующие операторы не имеют приоритета, так как представляют собой скобки:

## Оператор создания массива

`[x1, ...]` - функция `array(x1, ...)`

## Оператор создания кортежа

`(x1, x2, ...)` - функция `tuple(x2, x2, ...)`

## Ассоциативность

Все бинарные операторы имеют левую ассоциативность. Например, `1 + 2 + 3` преобразуется в `plus(plus(1, 2), 3)`. Иногда это работает не так, как ожидается. Например, `SELECT 4 > 3 > 2` выдаст 0.

Для эффективности, реализованы функции `and` и `or`, принимающие произвольное количество аргументов. Соответствующие цепочки операторов `AND` и `OR`, преобразуются в один вызов этих функций.

## Проверка на NULL

ClickHouse поддерживает операторы `IS NULL` и `IS NOT NULL`.

### IS NULL

- Для значений типа `Nullable` оператор `IS NULL` возвращает:
  - `1`, если значение — `NULL`.
  - `0` в обратном случае.
- Для прочих значений оператор `IS NULL` всегда возвращает `0`.

```
SELECT x+100 FROM t_null WHERE y IS NULL
```

```
plus(x, 100)
  101 |
```

### IS NOT NULL

- Для значений типа `Nullable` оператор `IS NOT NULL` возвращает:
  - `0`, если значение — `NULL`.
  - `1`, в обратном случае.
- Для прочих значений оператор `IS NOT NULL` всегда возвращает `1`.

```
SELECT * FROM t_null WHERE y IS NOT NULL
```

```
x   y
2 | 3 |
```

## Типы данных

ClickHouse может сохранять в ячейках таблиц данных различных типов.

Раздел содержит описания поддерживаемых типов данных и специфику их использования и/или реализации, если таковые имеются.

## UInt8, UInt16, UInt32, UInt64, Int8, Int16, Int32, Int64

Целые числа фиксированной длины, без знака или со знаком.

### Диапазоны Int

- Int8 - [-128 : 127]
- Int16 - [-32768 : 32767]
- Int32 - [-2147483648 : 2147483647]
- Int64 - [-9223372036854775808 : 9223372036854775807]

### Диапазоны UInt

- UInt8 - [0 : 255]
- UInt16 - [0 : 65535]
- UInt32 - [0 : 4294967295]
- UInt64 - [0 : 18446744073709551615]

## Float32, Float64

[Числа с плавающей запятой.](#)

Типы эквивалентны типам языка C:

- Float32 - float ;
- Float64 - double .

Рекомендуется хранить данные в целочисленном виде всегда, когда это возможно. Например, переводите в целочисленные значения числа с фиксированной точностью, такие как денежные суммы или времена загрузки страниц в миллисекундах.

### Особенности использования чисел с плавающей запятой

- При вычислениях с числами с плавающей запятой возможна ошибка округления.

```
SELECT 1 - 0.9
```

```
minus(1, 0.9) —  
0.0999999999999998 |
```

- Результат вычисления зависит от метода вычисления (типа процессора и архитектуры вычислительной системы).

- При вычислениях с плавающей запятой возможно появление таких категорий числа как бесконечность ( `Inf` ) и "не число" ( `Nan` ). Это необходимо учитывать при обработке результатов вычислений.
- При чтении чисел с плавающей запятой из строк, в качестве результата может быть получено не обязательно ближайшее машинно-представимое число.

## NaN и Inf

В отличие от стандартного SQL, ClickHouse поддерживает следующие категории чисел с плавающей запятой:

- `Inf` - бесконечность.

```
SELECT 0.5 / 0
```

```
divide(0.5, 0)
inf |
```

- `-Inf` - отрицательная бесконечность;

```
SELECT -0.5 / 0
```

```
divide(-0.5, 0)
-inf |
```

- `Nan` - не число.

```
SELECT 0 / 0
```

```
divide(0, 0)
nan |
```

Смотрите правила сортировки `Nan` в разделе [Секция ORDER BY](#).

## Decimal(P, S), Decimal32(S), Decimal64(S), Decimal128(S)

Знаковые дробные числа с сохранением точности операций сложения, умножения и вычитания. Для деления осуществляется отбрасывание (не округление) знаков, не попадающих в младший десятичный разряд.

### Параметры

- `P` - precision. Значение из диапазона [ 1 : 38 ]. Определяет, сколько десятичных знаков (с учетом дробной части) может содержать число.
- `S` - scale. Значение из диапазона [ 0 : P ]. Определяет, сколько десятичных знаков содержится в дробной части числа.

В зависимости от параметра `P` `Decimal(P, S)` является синонимом: - `P` из [ 1 : 9 ] - для `Decimal32(S)` - `P` из [ 10 : 18 ] - для `Decimal64(S)` - `P` из [ 19 : 38 ] - для `Decimal128(S)`

### Диапазоны Decimal

- `Decimal32(S)` - (  $-1 * 10^{(9 - S)}$ ,  $1 * 10^{(9 - S)}$  )

- Decimal64(S) - (-1 \* 10^(18 - S), 1 \* 10^(18 - S))
- Decimal128(S) - (-1 \* 10^(38 - S), 1 \* 10^(38 - S))

Например, Decimal32(4) содержит числа от -99999.9999 до 99999.9999 с шагом 0.0001.

## Внутреннее представление

Внутри данные представляются как знаковые целые числа, соответствующей разрядности. Реальные диапазоны, хранящиеся в ячейках памяти несколько больше заявленных. Заявленные диапазоны Decimal проверяются только при вводе числа из строкового представления. Поскольку современные CPU не поддерживают 128-битные числа, операции над Decimal128 эмулируются программно. Decimal128 работает в разы медленней чем Decimal32/Decimal64.

## Операции и типы результата

Результат операции между двумя Decimal расширяется до большего типа (независимо от порядка аргументов).

- Decimal64(S1) Decimal32(S2) -> Decimal64(S)
- Decimal128(S1) Decimal32(S2) -> Decimal128(S)
- Decimal128(S1) Decimal64(S2) -> Decimal128(S)

Для размера дробной части (scale) результата действуют следующие правила:

- сложение, вычитание:  $S = \max(S1, S2)$ .
- умножение:  $S = S1 + S2$ .
- деление:  $S = S1$ .

При операциях между Decimal и целыми числами результатом является Decimal, аналогичный аргументу.

Операции между Decimal и Float32/64 не определены. Для осуществления таких операций нужно явно привести один из аргументов функциями: toDecimal32, toDecimal64, toDecimal128, или toFloat32, toFloat64. Это сделано из двух соображений. Во-первых, результат операции будет с потерей точности. Во-вторых, преобразование типа - дорогая операция, из-за ее наличия пользовательский запрос может работать в несколько раз дольше.

Часть функций над Decimal возвращают Float64 (например, var, stddev). Для некоторых из них промежуточные операции проходят в Decimal. Для таких функций результат над одинаковыми данными во Float64 и Decimal может отличаться, несмотря на одинаковый тип результата.

## Проверка переполнений

При выполнении операций над типом Decimal могут происходить целочисленные переполнения. Лишняя дробная часть отбрасывается (не округляется). Лишняя целочисленная часть приводит к исключению.

```
SELECT toDecimal32(2, 4) AS x, x / 3
```

	x	divide(toDecimal32(2, 4), 3)
2.0000		0.6666

```
SELECT toDecimal32(4.2, 8) AS x, x * x
```

DB::Exception: Scale is out of bounds.

```
SELECT toDecimal32(4.2, 8) AS x, 6 * x
```

DB::Exception: Decimal math overflow.

Проверка переполнения приводит к замедлению операций. При уверенности, что типа результата хватит для его записи проверку переполнения можно отключить настройкой `decimal_check_overflow`. В этом случае при переполнении вернется неверное значение:

```
SET decimal_check_overflow = 0;
SELECT toDecimal32(4.2, 8) AS x, 6 * x
```

4.20000000	x	multiply(6, toDecimal32(4.2, 8))
		-17.74967296

Переполнения происходят не только на арифметических операциях, но и на операциях сравнения. Отключать проверку стоит только при полной уверенности в корректности результата:

```
SELECT toDecimal32(1, 8) < 100
```

DB::Exception: Can't compare.

## Булевые значения

Отдельного типа для булевых значений нет. Для них используется тип `UInt8`, в котором используются только значения 0 и 1.

## String

Строки произвольной длины. Длина не ограничена. Значение может содержать произвольный набор байт, включая нулевые байты. Таким образом, тип `String` заменяет типы `VARCHAR`, `BLOB`, `CLOB` и т. п. из других СУБД.

## Кодировки

В ClickHouse нет понятия кодировок. Строки могут содержать произвольный набор байт, который хранится и выводится, как есть. Если вам нужно хранить тексты, рекомендуется использовать кодировку UTF-8. По крайней мере, если у вас терминал работает в кодировке UTF-8 (это рекомендуется), вы сможете читать и писать свои значения без каких-либо преобразований. Также, некоторые функции по работе со строками, имеют отдельные варианты, которые работают при допущении, что строка содержит набор байт, представляющий текст в кодировке UTF-8. Например, функция `length` вычисляет длину строки в байтах, а функция `lengthUTF8` - длину строки в кодовых точках Unicode, при допущении, что значение в кодировке UTF-8.

## FixedString

Строка фиксированной длины N байт (не символов, не кодовых точек).

Чтобы объявить столбец типа `FixedString`, используйте следующий синтаксис:

```
<column_name> FixedString(N)
```

Где N — натуральное число.

Тип `FixedString` эффективен, когда данные имеют длину ровно `N` байт. Во всех остальных случаях использование `FixedString` может привести к снижению эффективности.

Примеры значений, которые можно эффективно хранить в столбцах типа `FixedString` :

- Двоичное представление IP-адреса (`FixedString(16)` для IPv6).
- Коды языков (`ru_RU, en_US ...` ).
- Коды валют (`USD, RUB ...` ).
- Двоичное представление хэшей (`FixedString(16)` для MD5, `FixedString(32)` для SHA256).

Для хранения значений UUID используйте тип данных [UUID](#).

При вставке данных, ClickHouse:

- Дополняет строку нулевыми байтами, если строка содержит меньше байтов, чем `N` .
- Генерирует исключение `Too large value for FixedString(N)` , если строка содержит более `N` байт.

При выборе данных ClickHouse не обрезает нулевые байты в конце строки. Если вы используете секцию `WHERE` , то необходимо добавлять нулевые байты вручную, чтобы ClickHouse смог сопоставить выражение из фильтра значению `FixedString` . Следующий пример показывает, как использовать секцию `WHERE` с `FixedString` .

Рассмотрим следующую таблицу с единственным столбцом типа `FixedString(2)` :



Запрос `SELECT * FROM FixedStringTable WHERE a = 'b'` не возвращает необходимых данных. Необходимо дополнить шаблон фильтра нулевыми байтами.

```
SELECT * FROM FixedStringTable  
WHERE a = 'b\0'
```



Это поведение отличается от поведения MySQL для типа `CHAR` , где строки дополняются пробелами, а пробелы перед выводом вырезаются.

Обратите внимание, что длина значения `FixedString(N)` постоянна. Функция `length` возвращает `N` даже если значение `FixedString(N)` заполнено только нулевыми байтами, однако функция `empty` в этом же случае возвращает 1 .

## UUID

Универсальный уникальный идентификатор (UUID) - это 16-байтовое число, используемое для идентификации записей. Подробнее про UUID читайте на [Википедии](#).

Пример UUID значения представлен ниже:

```
61f0c404-5cb3-11e7-907b-a6006ad3dba0
```

Если при вставке новой записи значение для UUID-колонки не указано, UUID идентификатор будет заполнен нулями:

```
00000000-0000-0000-0000-000000000000
```

## Как сгенерировать UUID

Для генерации UUID-значений предназначена функция [generateUUIDv4](#).

## Примеры использования

Ниже представлены примеры работы с UUID.

### Пример 1

Этот пример демонстрирует, как создать таблицу с UUID-колонкой и добавить в нее сгенерированный UUID.

```
CREATE TABLE t_uuid (x UUID, y String) ENGINE=TinyLog
```

```
INSERT INTO t_uuid SELECT generateUUIDv4(), 'Example 1'
```

```
SELECT * FROM t_uuid
```

x	y
417ddc5d-e556-4d27-95dd-a34d84e46a50	Example 1

### Пример 2

В этом примере, при добавлении записи в таблицу значение для UUID-колонки не задано. UUID будет заполнен нулями.

```
INSERT INTO t_uuid (y) VALUES ('Example 2')
```

```
SELECT * FROM t_uuid
```

x	y
417ddc5d-e556-4d27-95dd-a34d84e46a50	Example 1
00000000-0000-0000-0000-000000000000	Example 2

## Ограничения

Тип данных UUID можно использовать только с функциями, которые поддерживаются типом данных [String](#) (например, [min](#), [max](#), и [count](#)).

Тип данных UUID не поддерживается арифметическими операциями (например, [abs](#)) или агрегатными функциями, такими как [sum](#) и [avg](#).

## Date

Дата. Хранится в двух байтах в виде (беззнакового) числа дней, прошедших от 1970-01-01. Позволяет хранить значения от чуть больше, чем начала unix-эпохи до верхнего порога, определяющегося константой на этапе компиляции (сейчас - до 2106 года, последний полностью поддерживаемый год - 2105). Минимальное значение выводится как 0000-00-00.

Дата хранится без учёта часового пояса.

## DateTime

Дата-с-временем. Хранится в 4 байтах, в виде (беззнакового) unix timestamp. Позволяет хранить значения в том же интервале, что и для типа Date. Минимальное значение выводится как 0000-00-00 00:00:00. Время хранится с точностью до одной секунды (без учёта секунд координации).

### Часовые пояса

Дата-с-временем преобразуется из текстового (разбитого на составляющие) в бинарный вид и обратно, с использованием системного часового пояса на момент старта клиента или сервера. В текстовом виде, теряется информация о том, был ли произведён перевод стрелок.

По умолчанию клиент переключается на часовой пояс сервера при подключении. Это поведение можно изменить, включив у клиента параметр командной строки `--use_client_time_zone`.

Поддерживаются только часовые пояса, для которых для всего диапазона времён, с которым вы будете работать, не существовало моментов времени, в которые время отличалось от UTC на нецелое число часов (без учёта секунд координации).

То есть, при работе с датой в виде текста (например, при сохранении текстовых дампов), следует иметь ввиду о проблемах с неоднозначностью во время перевода стрелок назад, и о проблемах с соответствием данных, при смене часового пояса.

## Enum

Перечисляемый тип данных, содержащий именованные значения.

Именованные значения задаются парами `'string' = integer`. ClickHouse хранит только числа, но допускает операции над ними с помощью заданных имён.

ClickHouse поддерживает:

- 8-битный `Enum`. Может содержать до 256 значений, пронумерованных в диапазоне [-128, 127].
- 16-битный `Enum`. Может содержать до 65536 значений, пронумерованных в диапазоне [-32768, 32767].

ClickHouse автоматически выбирает размерность `Enum` при вставке данных. Чтобы точно понимать размер хранимых данных можно использовать типы `Enum8` или `Enum16`.

### Примеры использования

Создадим таблицу со столбцом типа `Enum8('hello' = 1, 'world' = 2)`.

```
CREATE TABLE t_enum
(
    x Enum('hello' = 1, 'world' = 2)
)
ENGINE = TinyLog
```

В столбец `x` можно сохранять только значения, перечисленные при определении типа, т.е. `'hello'` или `'world'`. Если вы попытаетесь сохранить любое другое значение, ClickHouse сгенерирует исключение. ClickHouse автоматически выберет размерность 8-bit для этого `Enum`.

```
INSERT INTO t_enum VALUES ('hello'), ('world'), ('hello')
```

Ok.

```
insert into t_enum values('a')
```

Exception on client:  
Code: 49. DB::Exception: Unknown element 'a' for type Enum('hello' = 1, 'world' = 2)

При запросе данных из таблицы ClickHouse выдаст строковые значения из Enum .

```
SELECT * FROM t_enum
```

x
hello
world
hello

Если необходимо увидеть цифровые эквиваленты строкам, то необходимо привести тип Enum к целочисленному.

```
SELECT CAST(x AS Int8) FROM t_enum
```

CAST(x, 'Int8')
1
2
1

Чтобы создать значение типа Enum в запросе, также необходимо использовать функцию CAST .

```
SELECT toTypeName(CAST('a', 'Enum('a' = 1, 'b' = 2)'))
```

toTypeName(CAST('a', 'Enum('a' = 1, 'b' = 2)'))
Enum8('a' = 1, 'b' = 2)

## Общие правила и особенности использования

Для каждого из значений прописывается число в диапазоне -128 .. 127 для Enum8 или в диапазоне -32768 .. 32767 для Enum16 . Все строки должны быть разными, числа - тоже. Разрешена пустая строка. При указании такого типа (в определении таблицы), числа могут идти не подряд и в произвольном порядке. При этом, порядок не имеет значения.

Ни строка, ни цифровое значение в Enum не могут быть NULL .

Enum может быть передан в тип Nullable . Таким образом, если создать таблицу запросом

```
CREATE TABLE t_enum_nullable
(
    x Nullable(Enum8('hello' = 1, 'world' = 2))
)
ENGINE = TinyLog
```

, то в ней можно будет хранить не только 'hello' и 'world' , но и NULL .

```
INSERT INTO t_enum_nullable Values('hello'),('world'),(NULL)
```

В оперативке столбец типа Enum представлен так же, как Int8 или Int16 соответствующими числовыми значениями. При чтении в текстовом виде, парсит значение как строку и ищет соответствующую строку из множества значений Enum-а. Если не находит - кидается исключение. При записи в текстовом виде, записывает значение как соответствующую строку. Если в данных столбца есть мусор - числа не из допустимого множества, то кидается исключение. При чтении и записи в бинарном виде, оно осуществляется так же, как для типов данных Int8, Int16. Невяное значение по умолчанию - это значение с минимальным номером.

При ORDER BY , GROUP BY , IN , DISTINCT и т. п., Enum-ы ведут себя так же, как соответствующие числа. Например, при ORDER BY они сортируются по числовым значениям. Функции сравнения на равенство и сравнения на отношение порядка двух Enum-ов работают с Enum-ами так же, как с числами.

Сравнивать Enum с числом нельзя. Можно сравнивать Enum с константной строкой - при этом, для строки ищется соответствующее значение Enum-а; если не находится - кидается исключение. Поддерживается оператор IN, где слева стоит Enum, а справа - множество строк. В этом случае, строки рассматриваются как значения соответствующего Enum-а.

Большинство операций с числами и со строками не имеет смысла и не работают для Enum-ов: например, к Enum-у нельзя прибавить число. Для Enum-а естественным образом определяется функция `toString`, которая возвращает его строковое значение.

Также для Enum-а определяются функции `toT`, где T - числовой тип. При совпадении T с типом столбца Enum-а, преобразование работает бесплатно. При ALTER, есть возможность бесплатно изменить тип Enum-а, если меняется только множество значений. При этом, можно добавлять новые значения; можно удалять старые значения (это безопасно только если они ни разу не использовались, так как это не проверяется). В качестве "защиты от дурака", нельзя менять числовые значения у имеющихся строк - в этом случае, кидается исключение.

При ALTER, есть возможность поменять Enum8 на Enum16 и обратно - так же, как можно поменять Int8 на Int16.

## Array(T)

Массив из элементов типа T .

T может любым, в том числе, массивом. Таким образом поддержаны многомерные массивы.

### Создание массива

Массив можно создать с помощью функции:

```
array(T)
```

Также можно использовать квадратные скобки

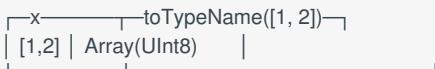
```
[]
```

Пример создания массива:

```
SELECT array(1, 2) AS x, toTypeName(x)
```

```
-----+-----+  
| x | toTypeName(array(1, 2)) |  
| [1,2] | Array(UInt8) |  
-----+
```

```
SELECT [1, 2] AS x, toTypeName(x)
```



## Особенности работы с типами данных

При создании массива "на лету" ClickHouse автоматически определяет тип аргументов как наиболее узкий тип данных, в котором можно хранить все перечисленные аргументы. Если среди аргументов есть **NULL** или аргумент типа **Nullable**, то тип элементов массива — **Nullable**.

Если ClickHouse не смог подобрать тип данных, то он сгенерирует исключение. Это произойдёт, например, при попытке создать массив одновременно со строками и числами `SELECT array(1, 'a')`.

Примеры автоматического определения типа данных:

```
SELECT array(1, 2, NULL) AS x, toTypeName(x)
```



Если попытаться создать массив из несовместимых типов данных, то ClickHouse выбросит исключение:

```
SELECT array(1, 'a')
```

```
Received exception from server (version 1.1.54388):
Code: 386. DB::Exception: Received from localhost:9000, 127.0.0.1. DB::Exception: There is no supertype for types UInt8, String because some of them are String/FixedString and some of them are not.
```

## AggregateFunction(name, types\_of\_arguments...)

Промежуточное состояние агрегатной функции. Чтобы его получить, используются агрегатные функции с суффиксом **-State**. Чтобы в дальнейшем получить агрегированные данные необходимо использовать те же агрегатные функции с суффиксом **-Merge**.

`AggregateFunction` — параметрический тип данных.

### Параметры

- Имя агрегатной функции.

Для параметрических агрегатных функций указываются также их параметры.

- Типы аргументов агрегатной функции.

### Пример

```
CREATE TABLE t
(
    column1 AggregateFunction(uniq, UInt64),
    column2 AggregateFunction(anyIf, String, UInt8),
    column3 AggregateFunction(quantiles(0.5, 0.9), UInt64)
) ENGINE = ...
```

`uniq`, `anyIf` (`any+If`) и `quantiles` — агрегатные функции, поддержанные в ClickHouse.

## Особенности использования

### Вставка данных

Для вставки данных используйте `INSERT SELECT` с агрегатными `-State`-функциями.

Примеры функций

```
uniqState(UserID)  
quantilesState(0.5, 0.9)(SendTiming)
```

В отличие от соответствующих функций `uniq` и `quantiles`, `-State`-функции возвращают не готовое значение, а состояние. То есть, значение типа `AggregateFunction`.

В запросах `SELECT` значения типа `AggregateFunction` выводятся во всех форматах, которые поддерживает ClickHouse, в виде implementation-specific бинарных данных. Если с помощью `SELECT` выполнить дамп данных, например, в формат `TabSeparated`, то потом этот дамп можно загрузить обратно с помощью запроса `INSERT`.

### Выборка данных

При выборке данных из таблицы `AggregatingMergeTree`, используйте `GROUP BY` и те же агрегатные функции, что и при вставке данных, но с суффиксом `-Merge`.

Агрегатная функция с суффиксом `-Merge` берёт множество состояний, объединяет их, и возвращает результат полной агрегации данных.

Например, следующие два запроса возвращают один и тот же результат:

```
SELECT uniq(UserID) FROM table  
SELECT uniqMerge(state) FROM (SELECT uniqState(UserID) AS state FROM table GROUP BY RegionID)
```

### Пример использования

Смотрите в описании движка [AggregatingMergeTree](#).

## Tuple(T1, T2, ...)

Кортеж из элементов любого [типа](#). Элементы кортежа могут быть одного или разных типов.

Кортежи используются для временной группировки столбцов. Столбцы могут группироваться при использовании выражения `IN` в запросе, а также для указания нескольких формальных параметров лямбда-функций. Подробнее смотрите разделы [Операторы IN](#), [Функции высшего порядка](#).

Кортежи могут быть результатом запроса. В этом случае, в текстовых форматах кроме JSON, значения выводятся в круглых скобках через запятую. В форматах JSON, кортежи выводятся в виде массивов (в квадратных скобках).

### Создание кортежа

Кортеж можно создать с помощью функции

```
tuple(T1, T2, ...)
```

Пример создания кортежа:

```
SELECT tuple(1,'a') AS x, toTypeName(x)
```



## Особенности работы с типами данных

При создании кортежа "на лету" ClickHouse автоматически определяет тип каждого аргументов как минимальный из типов, который может сохранить значение аргумента. Если аргумент — `NULL`, то тип элемента кортежа — `Nullable`.

Пример автоматического определения типа данных:

```
SELECT tuple(1,NULL) AS x, toTypeName(x)
```



## Nullable(TypeName)

Позволяет работать как со значением типа `TypeName` так и с отсутствием этого значения (`NULL`) в одной и той же переменной, в том числе хранить `NULL` в таблицах вместе со значениями типа `TypeName`. Например, в столбце типа `Nullable(Int8)` можно хранить значения типа `Int8`, а в тех строках, где значения нет, будет храниться `NULL`.

В качестве `TypeName` нельзя использовать составные типы данных `Array` и `Tuple`. Составные типы данных могут содержать значения типа `Nullable`, например `Array(Nullable(Int8))`.

Поле типа `Nullable` нельзя включать в индексы.

`NULL` — значение по умолчанию для типа `Nullable`, если в конфигурации сервера ClickHouse не указано иное.

## Особенности хранения

Для хранения значения типа `Nullable` ClickHouse использует:

- Отдельный файл с масками `NULL` (далее маска).
- Непосредственно файл со значениями.

Маска определяет, что лежит в ячейке данных: `NULL` или значение.

В случае, когда маска указывает, что в ячейке хранится `NULL`, в файле значений хранится значение по умолчанию для типа данных. Т.е. если, например, поле имеет тип `Nullable(Int8)`, то ячейка будет хранить значение по умолчанию для `Int8`. Эта особенность увеличивает размер хранилища.



Почти всегда использование `Nullable` снижает производительность, учитывайте это при проектировании своих баз.

## Пример использования

```
CREATE TABLE t_null(x Int8, y Nullable(Int8)) ENGINE TinyLog
```

```
INSERT INTO t_null VALUES (1, NULL), (2, 3)
```

```
SELECT x + y from t_null
```



## Вложенные структуры данных

### Nested(Name1 Type1, Name2 Type2, ...)

Вложенная структура данных - это как будто вложенная таблица. Параметры вложенной структуры данных - имена и типы столбцов, указываются так же, как у запроса CREATE. Каждой строке таблицы может соответствовать произвольное количество строк вложенной структуры данных.

Пример:

```
CREATE TABLE test.visits
(
    CounterID UInt32,
    StartDate Date,
    Sign Int8,
    IsNew UInt8,
    VisitID UInt64,
    UserID UInt64,
    ...
    Goals Nested
    (
        ID UInt32,
        Serial UInt32,
        EventTime DateTime,
        Price Int64,
        OrderID String,
        CurrencyID UInt32
    ),
    ...
) ENGINE = CollapsingMergeTree(StartDate, intHash32(UserID), (CounterID, StartDate, intHash32(UserID), VisitID), 8192, Sign)
```

В этом примере объявлена вложенная структура данных `Goals`, содержащая данные о достижении целей. Каждой строке таблицы `visits` может соответствовать от нуля до произвольного количества достижений целей.

Поддерживается только один уровень вложенности. Столбцы вложенных структур, содержащие массивы, эквивалентны многомерным массивам, поэтому их поддержка ограничена (не поддерживается хранение таких столбцов в таблицах с движком семейства MergeTree).

В большинстве случаев, при работе с вложенной структурой данных, указываются отдельные её столбцы. Для этого, имена столбцов указываются через точку. Эти столбцы представляют собой массивы соответствующих типов. Все столбцы-массивы одной вложенной структуры данных имеют одинаковые длины.

Пример:

```

SELECT
    Goals.ID,
    Goals.EventTime
FROM test.visits
WHERE CounterID = 101500 AND length(Goals.ID) < 5
LIMIT 10

```

Goals.ID	Goals.EventTime
[1073752,591325,591325]	['2014-03-17 16:38:10','2014-03-17 16:38:48','2014-03-17 16:42:27']
[1073752]	['2014-03-17 00:28:25']
[1073752]	['2014-03-17 10:46:20']
[1073752,591325,591325,591325]	['2014-03-17 13:59:20','2014-03-17 22:17:55','2014-03-17 22:18:07','2014-03-17 22:18:51']
[]	[]
[1073752,591325,591325]	['2014-03-17 11:37:06','2014-03-17 14:07:47','2014-03-17 14:36:21']
[]	[]
[]	[]
[591325,1073752]	['2014-03-17 00:46:05','2014-03-17 00:46:05']
[1073752,591325,591325,591325]	['2014-03-17 13:28:33','2014-03-17 13:30:26','2014-03-17 18:51:21','2014-03-17 18:51:45']

Проще всего понимать вложенную структуру данных, как набор из нескольких столбцов-массивов одинаковых длин.

Единственное место, где в запросе SELECT можно указать имя целой вложенной структуры данных, а не отдельных столбцов - секция ARRAY JOIN. Подробнее см. раздел "Секция ARRAY JOIN". Пример:

```

SELECT
    Goal.ID,
    Goal.EventTime
FROM test.visits
ARRAY JOIN Goals AS Goal
WHERE CounterID = 101500 AND length(Goals.ID) < 5
LIMIT 10

```

Goal.ID	Goal.EventTime
1073752	2014-03-17 16:38:10
591325	2014-03-17 16:38:48
591325	2014-03-17 16:42:27
1073752	2014-03-17 00:28:25
1073752	2014-03-17 10:46:20
1073752	2014-03-17 13:59:20
591325	2014-03-17 22:17:55
591325	2014-03-17 22:18:07
591325	2014-03-17 22:18:51
1073752	2014-03-17 11:37:06

Вы не можете сделать SELECT целой вложенной структуры данных. Можно лишь явно перечислить отдельные столбцы - её составляющие.

При запросе INSERT, вы должны передать все составляющие столбцы-массивы вложенной структуры данных по отдельности (как если бы это были отдельные столбцы-массивы). При вставке проверяется, что они имеют одинаковые длины.

При запросе DESCRIBE, столбцы вложенной структуры данных перечисляются так же по отдельности.

Работоспособность запроса ALTER для элементов вложенных структур данных, является сильно ограниченной.

## Служебные типы данных

Значения служебных типов данных не могут сохраняться в таблицу и выводиться в качестве результата, а возникают как промежуточный результат выполнения запроса.

## Expression

Используется для представления лямбда-выражений в функциях высшего порядка.

## Set

Используется для представления правой части выражения IN.

## Nothing

Этот тип данных предназначен только для того, чтобы представлять **NULL**, т.е. отсутствие значения.

Невозможно создать значение типа **Nothing**, поэтому он используется там, где значение не подразумевается. Например, **NULL** записывается как **Nullable(Nothing)** (**Nullable** — это тип данных, позволяющий хранить **NULL** в таблицах). Также тип **Nothing** используется для обозначения пустых массивов:

```
SELECT toTypeName(Array())
```

```
└─toTypeName(array())─┐  
 Array(Nothing)   |  
 └─────────────────┘
```

## Interval

Семейство типов данных, представляющих интервалы дат и времени. Оператор **INTERVAL** возвращает значения этих типов.

### Внимание

Нельзя использовать типы данных **Interval** для хранения данных в таблице.

Структура:

- Интервал времени в виде положительного целого числа.
- Тип интервала.

Поддержанные типы интервалов:

- SECOND
- MINUTE
- HOUR
- DAY
- WEEK
- MONTH
- QUARTER
- YEAR

Каждому типу интервала соответствует отдельный тип данных. Например, тип данных `IntervalDay` соответствует интервалу `DAY`:

```
SELECT toTypeName(INTERVAL 4 DAY)
```

```
|   ↞toTypeName(toIntervalDay(4))—  
|     IntervalDay
```

## Использование

Значения типов `Interval` можно использовать в арифметических операциях со значениями типов `Date` и `DateTime`. Например, можно добавить 4 дня к текущей дате:

```
SELECT now() as current_date_time, current_date_time + INTERVAL 4 DAY
```

```
--current_date_time-- plus(now(), toIntervalDay(4))--  
2019-10-23 10:58:45 | 2019-10-27 10:58:45 |
```

Нельзя объединять интервалы различных типов. Нельзя использовать интервалы вида `4 DAY 1 HOUR`. Вместо этого выражайте интервал в единицах меньших или равных минимальной единице интервала, например, интервал "1 день и 1 час" можно выразить как `25 HOUR` или `90000 SECOND`.

Арифметические операции со значениями типов `Interval` не доступны, однако можно последовательно добавлять различные интервалы к значениям типов `Date` и `DateTime`. Например:

```
SELECT now() AS current_date_time, current_date_time + INTERVAL 4 DAY + INTERVAL 3 HOUR
```

—current\_date\_time— plus(plus(now(), toIntervalDay(4)), toIntervalHour(3))—  
2019-10-23 11:16:28 | 2019-10-27 14:16:28 |

Следующий запрос приведёт к генерированию исключения:

```
select now() AS current_date_time, current_date_time + (INTERVAL 4 DAY + INTERVAL 3 HOUR)
```

Received exception from server (version 19.14.1):  
Code: 43. DB::Exception: Received from localhost:9000. DB::Exception: Wrong argument types for function plus: if one argument is Interval, then another must be Date or DateTime..

[Смотрите также](#)

- Оператор **INTERVAL**
  - Функция приведения типа **toInterval**

## Домены

Домены — это типы данных специального назначения, которые добавляют некоторые дополнительные функции поверх существующего базового типа. На данный момент ClickHouse не поддерживает пользовательские домены.

Вы можете использовать домены везде, где можно использовать соответствующий базовый тип:

- Создание столбца с доменным типом данных.

- Чтение/запись значений из/в столбец с доменным типом данных.
- Используйте его как индекс, если базовый тип можно использовать в качестве индекса.
- Вызов функций со значениями столбца, имеющего доменный тип данных.
- и так далее.

## Дополнительные возможности доменов

- Явное название типа данных столбца в запросах `SHOW CREATE TABLE` и `DESCRIBE TABLE`
- Ввод данных в удобном человеку формате `INSERT INTO domain_table(domain_column) VALUES(...)`
- Вывод данных в удобном человеку формате `SELECT domain_column FROM domain_table`
- Загрузка данных из внешнего источника в удобном для человека формате: `INSERT INTO domain_table FORMAT CSV ...`

## Ограничения

- Невозможно преобразовать базовый тип данных в доменный для индексного столбца с помощью `ALTER TABLE`.
- Невозможно неявно преобразовывать строковые значения в значения с доменным типом данных при вставке данных из другого столбца или таблицы.
- Домен не добавляет ограничения на хранимые значения.

## IPv4

IPv4 — это домен, базирующийся на типе данных `UInt32` предназначенный для хранения адресов IPv4. Он обеспечивает компактное хранение данных с удобным для человека форматом ввода-вывода, и явно отображаемым типом данных в структуре таблицы.

### Применение

```
CREATE TABLE hits (url String, from IPv4) ENGINE = MergeTree() ORDER BY url;
```

```
DESCRIBE TABLE hits;
```

name	type	default_type	default_expression	comment	codec_expression
url	String				
from	IPv4				

Или вы можете использовать домен IPv4 в качестве ключа:

```
CREATE TABLE hits (url String, from IPv4) ENGINE = MergeTree() ORDER BY from;
```

IPv4 поддерживает вставку в виде строк с текстовым представлением IPv4 адреса:

```
INSERT INTO hits (url, from) VALUES ('https://wikipedia.org', '116.253.40.133')('https://clickhouse.yandex', '183.247.232.58')('https://clickhouse.yandex/docs/en/', '116.106.34.242');
```

```
SELECT * FROM hits;
```

url	from
https://clickhouse.yandex/docs/en/	116.106.34.242
https://wikipedia.org	116.253.40.133
https://clickhouse.yandex	183.247.232.58

Значения хранятся в компактной бинарной форме:

```
SELECT toTypeName(from), hex(from) FROM hits LIMIT 1;
```

toTypeName(from)	hex(from)
IPv4	B7F7E83A

Значения с доменным типом данных не преобразуются неявно в другие типы данных, кроме UInt32 . Если необходимо преобразовать значение типа IPv4 в строку, то это необходимо делать явно с помощью функции IPv4NumToString() :

```
SELECT toTypeName(s), IPv4NumToString(from) AS s FROM hits LIMIT 1;
```

toTypeName(IPv4NumToString(from))	s
String	183.247.232.58

Или приводить к типу данных UInt32 :

```
SELECT toTypeName(i), CAST(from AS UInt32) AS i FROM hits LIMIT 1;
```

toTypeName(CAST(from, 'UInt32'))	i
UInt32	3086477370

## IPv6

IPv6 — это домен, базирующийся на типе данных FixedString(16) , предназначенный для хранения адресов IPv6. Он обеспечивает компактное хранение данных с удобным для человека форматом ввода-вывода, и явно отображаемым типом данных в структуре таблицы.

### Применение

```
CREATE TABLE hits (url String, from IPv6) ENGINE = MergeTree() ORDER BY url;
```

```
DESCRIBE TABLE hits;
```

name	type	default_type	default_expression	comment	codec_expression
url	String				
from	IPv6				

Или вы можете использовать домен IPv6 в качестве ключа:

```
CREATE TABLE hits (url String, from IPv6) ENGINE = MergeTree() ORDER BY from;
```

IPv6 поддерживает вставку в виде строк с текстовым представлением IPv6 адреса:

```
INSERT INTO hits (url, from) VALUES ('https://wikipedia.org', '2a02:aa08:e000:3100::2')('https://clickhouse.yandex', '2001:44c8:129:2632:33:0:252:2')('https://clickhouse.yandex/docs/en/', '2a02:e980:1e::1');
```

```
SELECT * FROM hits;
```

url	from
https://clickhouse.yandex	2001:44c8:129:2632:33:0:252:2
https://clickhouse.yandex/docs/en/	2a02:e980:1e::1
https://wikipedia.org	2a02:aa08:e000:3100::2

Значения хранятся в компактной бинарной форме:

```
SELECT toTypeName(from), hex(from) FROM hits LIMIT 1;
```

toTypeName(from)	hex(from)
IPv6	200144C8012926320033000002520002

Значения с доменным типом данных не преобразуются неявно в другие типы данных, кроме `FixedString(16)`. Если необходимо преобразовать значение типа `IPv6` в строку, то это необходимо делать явно с помощью функции `IPv6NumToString()`:

```
SELECT toTypeName(s), IPv6NumToString(from) AS s FROM hits LIMIT 1;
```

toTypeName(IPv6NumToString(from))	s
String	2001:44c8:129:2632:33:0:252:2

Или приводить к типу данных `FixedString(16)`:

```
SELECT toTypeName(i), CAST(from AS FixedString(16)) AS i FROM hits LIMIT 1;
```

toTypeName(CAST(from, 'FixedString(16)'))	i
FixedString(16)	♦♦♦

## Руководства

Подробные пошаговые инструкции, которые помогут вам решать различные задачи с помощью ClickHouse.

- [Применение модели CatBoost в ClickHouse](#)

## Применение модели CatBoost в ClickHouse

[CatBoost](#) — открытая программная библиотека разработанная компанией Яндекс для машинного обучения, которая использует схему градиентного бустинга.

С помощью этой инструкции вы научитесь применять предобученные модели в ClickHouse: в результате вы запустите вывод модели из SQL.

Чтобы применить модель CatBoost в ClickHouse:

1. [Создайте таблицу](#).
2. [Вставьте данные в таблицу](#).
3. [Интегрируйте CatBoost в ClickHouse](#) (Опциональный шаг).
4. [Запустите вывод модели из SQL](#).

Подробнее об обучении моделей в CatBoost, см. [Обучение и применение моделей](#).

## Перед началом работы

Если у вас еще нет [Docker](#), установите его.

### Примечание

[Docker](#) – это программная платформа для создания контейнеров, которые изолируют установку CatBoost и ClickHouse от остальной части системы.

Перед применением модели CatBoost:

1. Скачайте [Docker-образ](#) из реестра:

```
$ docker pull yandex/tutorial-catboost-clickhouse
```

Данный Docker-образ содержит все необходимое для запуска CatBoost и ClickHouse: код, среду выполнения, библиотеки, переменные окружения и файлы конфигурации.

2. Проверьте, что Docker-образ успешно скачался:

```
$ docker image ls
REPOSITORY          TAG      IMAGE ID      CREATED       SIZE
yandex/tutorial-catboost-clickhouse  latest    622e4d17945b  22 hours ago  1.37GB
```

3. Запустите Docker-контейнер основанный на данном образе:

```
$ docker run -it -p 8888:8888 yandex/tutorial-catboost-clickhouse
```

## 1. Создайте таблицу

Чтобы создать таблицу для обучающей выборки:

1. Запустите клиент ClickHouse:

```
$ clickhouse client
```

### Примечание

Сервер ClickHouse уже запущен внутри Docker-контейнера.

2. Создайте таблицу в ClickHouse с помощью следующей команды:

```
:) CREATE TABLE amazon_train
(
    date Date MATERIALIZED today(),
    ACTION UInt8,
    RESOURCE UInt32,
    MGR_ID UInt32,
    ROLE_ROLLUP_1 UInt32,
    ROLE_ROLLUP_2 UInt32,
    ROLE_DEPTNAME UInt32,
    ROLE_TITLE UInt32,
    ROLE_FAMILY_DESC UInt32,
    ROLE_FAMILY UInt32,
    ROLE_CODE UInt32
)
ENGINE = MergeTree ORDER BY date
```

3. Выйдите из клиента ClickHouse:

```
:) exit
```

## 2. Вставьте данные в таблицу

Чтобы вставить данные:

1. Выполните следующую команду:

```
$ clickhouse client --host 127.0.0.1 --query 'INSERT INTO amazon_train FORMAT CSVWithNames' < ~/amazon/train.csv
```

2. Запустите клиент ClickHouse:

```
$ clickhouse client
```

3. Проверьте, что данные успешно загрузились:

```
:) SELECT count() FROM amazon_train  
  
SELECT count()  
FROM amazon_train  
  
+-count()-+  
| 65538 |  
+-----+
```

## 3. Интегрируйте CatBoost в ClickHouse

### Примечание

Опциональный шаг. Docker-образ содержит все необходимое для запуска CatBoost и ClickHouse.

Чтобы интегрировать CatBoost в ClickHouse:

1. Создайте библиотеку для оценки модели.

Наиболее быстрый способ оценить модель CatBoost — это скомпилировать библиотеку `libcatboostmodel.<so|dll|dylib>`. Подробнее о том, как скомпилировать библиотеку, читайте в [документации CatBoost](#).

2. Создайте в любом месте новую директорию с произвольным названием, например `data` и поместите в нее созданную библиотеку. Docker-образ уже содержит библиотеку `data/libcatboostmodel.so`.

3. Создайте в любом месте новую директорию для конфигурации модели с произвольным названием, например `models`.

4. Создайте файл конфигурации модели с произвольным названием, например `models/amazon_model.xml`.

5. Опишите конфигурацию модели:

```

<models>
  <model>
    <!-- Тип модели. В настоящий момент ClickHouse предоставляет только модель catboost. -->
    <type>catboost</type>
    <!-- Имя модели. -->
    <name>amazon</name>
    <!-- Путь к обученной модели. -->
    <path>/home/catboost/tutorial/catboost_model.bin</path>
    <!-- Интервал обновления. -->
    <lifetime>0</lifetime>
  </model>
</models>

```

6. Добавьте в конфигурацию ClickHouse путь к CatBoost и конфигурации модели:

```

<!-- Файл etc/clickhouse-server/config.d/models_config.xml. -->
<catboost_dynamic_library_path>/home/catboost/data/libcatboostmodel.so</catboost_dynamic_library_path>
<models_config>/home/catboost/models/*_model.xml</models_config>

```

#### 4. Запустите вывод модели из SQL

Для тестирования модели запустите клиент ClickHouse \$ clickhouse client .

Проверьте, что модель работает:

```

:) SELECT
  modelEvaluate('amazon',
    RESOURCE,
    MGR_ID,
    ROLE_ROLLUP_1,
    ROLE_ROLLUP_2,
    ROLE_DEPTNAME,
    ROLE_TITLE,
    ROLE_FAMILY_DESC,
    ROLE_FAMILY,
    ROLE_CODE) > 0 AS prediction,
  ACTION AS target
FROM amazon_train
LIMIT 10

```

##### Примечание

Функция `modelEvaluate` возвращает кортежи (tuple) с исходными прогнозами по классам для моделей с несколькими классами.

Спрогнозируйте вероятность:

```

:) SELECT
  modelEvaluate('amazon',
    RESOURCE,
    MGR_ID,
    ROLE_ROLLUP_1,
    ROLE_ROLLUP_2,
    ROLE_DEPTNAME,
    ROLE_TITLE,
    ROLE_FAMILY_DESC,
    ROLE_FAMILY,
    ROLE_CODE) AS prediction,
    1. / (1 + exp(-prediction)) AS probability,
  ACTION AS target
FROM amazon_train
LIMIT 10

```

### Примечание

Подробнее про функцию [exp\(\)](#).

Посчитайте логистическую функцию потерь (LogLoss) на всей выборке:

```
:) SELECT -avg(tg * log(prob) + (1 - tg) * log(1 - prob)) AS logloss
FROM
(
  SELECT
    modelEvaluate('amazon',
      RESOURCE,
      MGR_ID,
      ROLE_ROLLUP_1,
      ROLE_ROLLUP_2,
      ROLE_DEPTNAME,
      ROLE_TITLE,
      ROLE_FAMILY_DESC,
      ROLE_FAMILY,
      ROLE_CODE) AS prediction,
      1. / (1. + exp(-prediction)) AS prob,
      ACTION AS tg
    FROM amazon_train
)
```

### Примечание

Подробнее про функции [avg\(\)](#), [log\(\)](#).

## Эксплуатация

Руководство по эксплуатации ClickHouse состоит из следующих основных разделов:

- [Требования](#)
- [Мониторинг](#)
- [Решение проблем](#)
- [Советы по эксплуатации](#)
- [Процедура обновления](#)
- [Права доступа](#)
- [Резервное копирование](#)
- [Конфигурационные файлы](#)
- [Квоты](#)
- [Системные таблицы](#)
- [Конфигурационные параметры сервера](#)
- [Тестирование серверов с помощью ClickHouse](#)
- [Настройки](#)
- [Утилиты](#)

## Требования

### Процессор

В случае установки из готовых deb-пакетов используйте процессоры с архитектурой x86\_64 и поддержкой инструкций SSE 4.2. Для запуска ClickHouse на процессорах без поддержки SSE 4.2 или на процессорах с архитектурой AArch64 и PowerPC64LE необходимо собирать ClickHouse из исходников.

ClickHouse реализует параллельную обработку данных и использует все доступные аппаратные ресурсы. При выборе процессора учитывайте, что ClickHouse работает более эффективно в конфигурациях с большим количеством ядер, но с более низкой тактовой частотой, чем в конфигурациях с меньшим количеством ядер и более высокой тактовой частотой. Например, 16 ядер с 2600 MHz предпочтительнее, чем 8 ядер с 3600 MHz.

Рекомендуется использовать технологии Turbo Boost и hyper-threading. Их использование существенно улучшает производительность при типичной нагрузке.

## RAM

Мы рекомендуем использовать как минимум 4 ГБ оперативной памяти, чтобы иметь возможность выполнять нетривиальные запросы. Сервер ClickHouse может работать с гораздо меньшим объёмом RAM, память требуется для обработки запросов.

Необходимый объем RAM зависит от:

- Сложности запросов.
- Объёма данных, обрабатываемых в запросах.

Для расчета объема RAM необходимо оценить размер промежуточных данных для операций [GROUP BY](#), [DISTINCT](#), [JOIN](#) а также других операций, которыми вы пользуетесь.

ClickHouse может использовать внешнюю память для промежуточных данных. Подробнее смотрите в разделе [GROUP BY во внешней памяти](#).

## Файл подкачки

Отключайте файл подкачки в продуктовых средах.

## Подсистема хранения

Для установки ClickHouse необходимо 2ГБ свободного места на диске.

Объём дискового пространства, необходимый для хранения ваших данных, необходимо рассчитывать отдельно. Расчёт должен включать:

- Приблизительную оценку объёма данных.

Можно взять образец данных и получить из него средний размер строки. Затем умножьте полученное значение на количество строк, которое вы планируете хранить.

- Оценку коэффициента сжатия данных.

Чтобы оценить коэффициент сжатия данных, загрузите некоторую выборку данных в ClickHouse и сравните действительный размер данных с размером сохранённой таблицы. Например, данные типа clickstream обычно сжимаются в 6-10 раз.

Для оценки объёма хранилища, примените коэффициент сжатия к размеру данных. Если вы планируете хранить данные в нескольких репликах, то необходимо полученный объём умножить на количество реплик.

## Сеть

По возможности, используйте сети 10G и более высокого класса.

Пропускная способность сети критически важна для обработки распределенных запросов с большим количеством промежуточных данных. Также, скорость сети влияет на задержки в процессах репликации.

## Программное обеспечение

ClickHouse разработан для семейства операционных систем Linux. Рекомендуемый дистрибутив Linux — Ubuntu. В системе должен быть установлен пакет `tzdata`.

ClickHouse может работать и в других семействах операционных систем. Подробнее смотрите разделе документации [Начало работы](#).

## Мониторинг

Вы можете отслеживать:

- Использование аппаратных ресурсов.
- Метрики сервера ClickHouse.

### Использование ресурсов

ClickHouse не отслеживает состояние аппаратных ресурсов самостоятельно.

Рекомендуем контролировать:

- Загрузку и температуру процессоров.  
Можно использовать `dmesg`, `turbostat` или другие инструменты.
- Использование системы хранения, оперативной памяти и сети.

### Метрики сервера ClickHouse

Сервер ClickHouse имеет встроенные инструменты мониторинга.

Для отслеживания событий на сервере используйте логи. Подробнее смотрите в разделе конфигурационного файла [logger](#).

ClickHouse собирает:

- Различные метрики того, как сервер использует вычислительные ресурсы.
- Общую статистику обработки запросов.

Метрики находятся в таблицах `system.metrics`, `system.events` и `system.asynchronous_metrics`.

Можно настроить экспорт метрик из ClickHouse в [Graphite](#). Смотрите секцию [graphite](#) конфигурационного файла ClickHouse. Перед настройкой экспорта метрик необходимо настроить Graphite, как указано в [официальном руководстве](#).

Также, можно отслеживать доступность сервера через HTTP API. Отправьте HTTP GET к ресурсу `/`. Если сервер доступен, он отвечает 200 OK.

Для мониторинга серверов в кластерной конфигурации необходимо установить параметр `max_replica_delay_for_distributed_queries` и использовать HTTP ресурс `/replicas_status`. Если реплика доступна и не отстает от других реплик, то запрос к `/replicas_status` возвращает 200 OK. Если реплика отстает, то она возвращает информацию о размере отставания.

# Устранение неисправностей

- [Установка дистрибутива](#)
- [Соединение с сервером](#)
- [Обработка запросов](#)
- [Скорость обработки запросов](#)

## Установка дистрибутива

### **Не получается скачать deb-пакеты из репозитория ClickHouse с помощью apt-get**

- Проверьте настройки брандмауэра.
- Если по какой-либо причине вы не можете получить доступ к репозиторию, скачайте пакеты как описано в разделе [Начало работы](#) и установите их вручную командой `sudo dpkg -i <packages>`. Также, необходим пакет `tzdata`.

## Соединение с сервером

Возможные проблемы:

- Сервер не запущен.
- Неожиданные или неправильные параметры конфигурации.

### **Сервер не запущен**

Проверьте, запущен ли сервер

Команда:

```
$ sudo service clickhouse-server status
```

Если сервер не запущен, запустите его с помощью команды:

```
$ sudo service clickhouse-server start
```

Проверьте журналы

Основной лог `clickhouse-server` по умолчанию — `/var/log/clickhouse-server/clickhouse-server.log`.

В случае успешного запуска вы должны увидеть строки, содержащие:

- `<Information> Application: starting up.` — сервер запускается.
- `<Information> Application: Ready for connections.` — сервер запущен и готов принимать соединения.

Если `clickhouse-server` не запустился из-за ошибки конфигурации вы увидите `<Error>` строку с описанием ошибки.

Например:

```
2019.01.11 15:23:25.549505 [ 45 ] {} <Error> ExternalDictionaries: Failed reloading 'event2id' external dictionary: Poco::Exception. Code: 1000, e.code() = 111, e.displayText() = Connection refused, e.what() = Connection refused
```

Если вы не видите ошибки в конце файла, просмотрите весь файл начиная со строки:

```
<Information> Application: starting up.
```

При попытке запустить второй экземпляр `clickhouse-server` журнал выглядит следующим образом:

```
2019.01.11 15:25:11.151730 [ 1 ] {} <Information> : Starting ClickHouse 19.1.0 with revision 54413
2019.01.11 15:25:11.154578 [ 1 ] {} <Information> Application: starting up
2019.01.11 15:25:11.156361 [ 1 ] {} <Information> StatusFile: Status file ./status already exists - unclean restart. Contents:
PID: 8510
Started at: 2019-01-11 15:24:23
Revision: 54413

2019.01.11 15:25:11.156673 [ 1 ] {} <Error> Application: DB::Exception: Cannot lock file ./status. Another server instance in same directory is
already running.
2019.01.11 15:25:11.156682 [ 1 ] {} <Information> Application: shutting down
2019.01.11 15:25:11.156686 [ 1 ] {} <Debug> Application: Uninitializing subsystem: Logging Subsystem
2019.01.11 15:25:11.156716 [ 2 ] {} <Information> BaseDaemon: Stop SignalListener thread
```

Проверьте логи `system.d`

Если из логов `clickhouse-server` вы не получили необходимой информации или логов нет, то вы можете посмотреть логи `system.d` командой:

```
$ sudo journalctl -u clickhouse-server
```

Запустите `clickhouse-server` в интерактивном режиме

```
$ sudo -u clickhouse /usr/bin/clickhouse-server --config-file /etc/clickhouse-server/config.xml
```

Эта команда запускает сервер как интерактивное приложение со стандартными параметрами скрипта автозапуска. В этом режиме `clickhouse-server` выводит сообщения в консоль.

## Параметры конфигурации

Проверьте:

- Настройки Docker.

При запуске ClickHouse в Docker в сети IPv6 убедитесь, что установлено `network=host`.

- Параметры `endpoint`.

Проверьте настройки `listen_host` и `tcp_port`.

По умолчанию, сервер ClickHouse принимает только локальные подключения.

- Настройки протокола HTTP.

Проверьте настройки протокола для HTTP API.

- Параметры безопасного подключения.

Проверьте:

- Настройку `tcp_port_secure`.
- Параметры для SSL-сертификатов.

Используйте правильные параметры при подключении. Например, используйте параметр `port_secure` при использовании `clickhouse_client`.

- Настройки пользователей.

Возможно, вы используете неверное имя пользователя или пароль.

## Обработка запросов

Если ClickHouse не может обработать запрос, он отправляет клиенту описание ошибки. В `clickhouse-client` вы получаете описание ошибки в консоли. При использовании интерфейса HTTP, ClickHouse отправляет описание

ошибки в теле ответа. Например:

```
$ curl 'http://localhost:8123' --data-binary "SELECT a"
Code: 47, e.displayText() = DB::Exception: Unknown identifier: a. Note that there are no tables (FROM clause) in your query, context:
required_names: 'a' source_tables: table_aliases: private_aliases: column_aliases: public_columns: 'a' masked_columns: array_join_columns:
source_columns: , e.what() = DB::Exception
```

Если вы запускаете `clickhouse-client` с параметром `stack-trace`, то ClickHouse возвращает описание ошибки и соответствующий стек вызовов функций на сервере.

Может появиться сообщение о разрыве соединения. В этом случае необходимо повторить запрос. Если соединение прерывается каждый раз при выполнении запроса, следует проверить журналы сервера на наличие ошибок.

## Скорость обработки запросов

Если вы видите, что ClickHouse работает слишком медленно, необходимо профилировать загрузку ресурсов сервера и сети для ваших запросов.

Для профилирования запросов можно использовать утилиту `clickhouse-benchmark`. Она показывает количество запросов, обработанных за секунду, количество строк, обработанных за секунду и перцентили времени обработки запросов.

## Советы по эксплуатации

### CPU scaling governor

Всегда используйте `performance` scaling governor. `ondemand` scaling governor работает намного хуже при постоянно высоком спросе.

```
$ echo 'performance' | sudo tee /sys/devices/system/cpu/cpu*/cpufreq/scaling_governor
```

### Ограничение CPU

Процессоры могут перегреваться. С помощью `dmesg` можно увидеть, если тактовая частота процессора была ограничена из-за перегрева. Также ограничение может устанавливаться снаружи на уровне дата-центра. С помощью `turbostat` можно за этим наблюдать под нагрузкой.

### Оперативная память

Для небольших объемов данных (до ~200 Гб в сжатом виде) лучше всего использовать столько памяти не меньше, чем объем данных. Для больших объемов данных, при выполнении интерактивных (онлайн) запросов, стоит использовать разумный объем оперативной памяти (128 Гб или более) для того, чтобы горячее подмножество данных поместилось в кеше страниц. Даже для объемов данных в ~50 Тб на сервер, использование 128 Гб оперативной памяти намного лучше для производительности выполнения запросов, чем 64 Гб.

Не выключайте `overcommit`. Значение `cat /proc/sys/vm/overcommit_memory` должно быть 0 or 1. Выполните:

```
$ echo 0 | sudo tee /proc/sys/vm/overcommit_memory
```

### Huge pages

Механизм прозрачных huge pages нужно отключить. Он мешает работе аллокаторов памяти, что приводит к

значительной деградации производительности.

```
$ echo 'never' | sudo tee /sys/kernel/mm/transparent_hugepage/enabled
```

С помощью perf top можно наблюдать за временем, проведенным в ядре операционной системы для управления памятью. Постоянные huge pages так же не нужно аллоцировать.

## Подсистема хранения

Если ваш бюджет позволяет использовать SSD, используйте SSD. В противном случае используйте HDD. SATA HDDs 7200 RPM подойдут.

Предпочитайте много серверов с локальными жесткими дисками вместо меньшего числа серверов с подключенными дисковыми полками. Но для хранения архивов с редкими запросами полки всё же подходят.

## RAID

При использовании HDD можно объединить их RAID-10, RAID-5, RAID-6 или RAID-50. Лучше использовать программный RAID в Linux ( mdadm ). Лучше не использовать LVM. При создании RAID-10, нужно выбрать far расположение. Если бюджет позволяет, лучше выбрать RAID-10.

На более чем 4 дисках вместо RAID-5 нужно использовать RAID-6 (предпочтительнее) или RAID-50. При использовании RAID-5, RAID-6 или RAID-50, нужно всегда увеличивать stripe\_cache\_size, так как значение по умолчанию выбрано не самым удачным образом.

```
$ echo 4096 | sudo tee /sys/block/md2/md/stripe_cache_size
```

Точное число стоит вычислять из числа устройств и размер блока по формуле:  $2 * \text{num\_devices} * \text{chunk\_size\_in\_bytes} / 4096$ .

Размер блока в 1024 Кб подходит для всех конфигураций RAID. Никогда не указывайте слишком маленький или слишком большой размер блока.

На SSD можно использовать RAID-0. Вне зависимости от использования RAID, всегда используйте репликацию для безопасности данных.

Включите NCQ с длинной очередью. Для HDD стоит выбрать планировщик CFQ, а для SSD — noop. Не стоит уменьшать настройку readahead. На HDD стоит включать кеш записи.

## Файловая система

Ext4 самый проверенный вариант. Укажите опции монтирования noatime,nobarrier . XFS также подходит, но не так тщательно протестирована в сочетании с ClickHouse. Большинство других файловых систем также должны нормально работать. Файловые системы с отложенной аллокацией работают лучше.

## Ядро Linux

Не используйте слишком старое ядро Linux.

## Сеть

При использовании IPv6, стоит увеличить размер кеша маршрутов. Ядра Linux до 3.2 имели массу проблем в реализации IPv6.

Предпочитайте как минимум 10 Гбит сеть. 1 Гбит также будет работать, но намного хуже для починки реплик с десятками терабайт данных или для обработки распределенных запросов с большим объемом промежуточных данных.

## ZooKeeper

Вероятно вы уже используете ZooKeeper для других целей. Можно использовать ту же инсталляцию ZooKeeper, если она не сильно перегружена.

Лучше использовать свежую версию ZooKeeper, как минимум 3.4.9. Версия в стабильных дистрибутивах Linux может быть устаревшей.

Никогда не используйте написанные вручную скрипты для переноса данных между разными ZooKeeper кластерами, потому что результат будет некорректный для sequential нод. Никогда не используйте утилиту "zkcopy", по той же причине: <https://github.com/ksprojects/zkcopy/issues/15>

Если вы хотите разделить существующий ZooKeeper кластер на два, правильный способ - увеличить количество его реплик, а затем переконфигурировать его как два независимых кластера.

Не запускайте ZooKeeper на тех же серверах, что и ClickHouse. Потому что ZooKeeper очень чувствителен к задержкам, а ClickHouse может использовать все доступные системные ресурсы.

С настройками по умолчанию, ZooKeeper является бомбой замедленного действия:

Сервер ZooKeeper не будет удалять файлы со старыми снепшотами и логами при использовании конфигурации по умолчанию (см. autopurge), это является ответственностью оператора.

Эту бомбу нужно обезвредить.

Далее описана конфигурация ZooKeeper (3.5.1), используемая в боевом окружении Яндекс.Метрики на момент 20 мая 2017 года:

zoo.cfg:

```

## http://hadoop.apache.org/zookeeper/docs/current/zookeeperAdmin.html

## The number of milliseconds of each tick
tickTime=2000
## The number of ticks that the initial
## synchronization phase can take
initLimit=30000
## The number of ticks that can pass between
## sending a request and getting an acknowledgement
syncLimit=10

maxClientCnxns=2000

maxSessionTimeout=60000000
## the directory where the snapshot is stored.
dataDir=/opt/zookeeper/{{ cluster['name'] }}/data
## Place the dataLogDir to a separate physical disc for better performance
dataLogDir=/opt/zookeeper/{{ cluster['name'] }}/logs

autopurge.snapRetainCount=10
autopurge.purgeInterval=1

## To avoid seeks ZooKeeper allocates space in the transaction log file in
## blocks of preAllocSize kilobytes. The default block size is 64M. One reason
## for changing the size of the blocks is to reduce the block size if snapshots
## are taken more often. (Also, see snapCount).
preAllocSize=131072

## Clients can submit requests faster than ZooKeeper can process them,
## especially if there are a lot of clients. To prevent ZooKeeper from running
## out of memory due to queued requests, ZooKeeper will throttle clients so that
## there is no more than globalOutstandingLimit outstanding requests in the
## system. The default limit is 1,000. ZooKeeper logs transactions to a
## transaction log. After snapCount transactions are written to a log file a
## snapshot is started and a new transaction log file is started. The default
## snapCount is 10,000.
snapCount=3000000

## If this option is defined, requests will be logged to a trace file named
## traceFile.year.month.day.
##traceFile=

## Leader accepts client connections. Default value is "yes". The leader machine
## coordinates updates. For higher update throughput at the slight expense of
## read throughput the leader can be configured to not accept clients and focus
## on coordination.
leaderServes=yes

standaloneEnabled=false
dynamicConfigFile=/etc/zookeeper-{{ cluster['name'] }}/conf/zoo.cfg.dynamic

```

## Версия Java:

```

Java(TM) SE Runtime Environment (build 1.8.0_25-b17)
Java HotSpot(TM) 64-Bit Server VM (build 25.25-b02, mixed mode)

```

## Параметры JVM:

```

NAME=zookeeper-{{ cluster['name'] }}
ZOOCFGDIR=/etc/$NAME/conf

## TODO this is really ugly
## How to find out, which jars are needed?
## seems, that log4j requires the log4j.properties file to be in the classpath
CLASSPATH="$ZOOCFGDIR:/usr/build/classes:/usr/build/lib/*.jar:/usr/share/zookeeper/zookeeper-3.5.1-metrika.jar:/usr/share/zookeeper/slf4j-log4j12-1.7.5.jar:/usr/share/zookeeper/slf4j-api-1.7.5.jar:/usr/share/zookeeper/servlet-api-2.5-20081211.jar:/usr/share/zookeeper/netty-3.7.0.Final.jar:/usr/share/zookeeper/log4j-1.2.16.jar:/usr/share/zookeeper/jline-2.11.jar:/usr/share/zookeeper/jetty-util-6.1.26.jar:/usr/share/zookeeper/jetty-6.1.26.jar:/usr/share/zookeeper/javacc.jar:/usr/share/zookeeper/jackson-mapper-asl-1.9.11.jar:/usr/share/zookeeper/jackson-core-asl-1.9.11.jar:/usr/share/zookeeper/commons-cli-1.2.jar:/usr/src/java/lib/*.jar:/usr/etc/zookeeper"

ZOOCFG="$ZOOCFGDIR/zoo.cfg"
ZOO_LOG_DIR=/var/log/$NAME
USER=zookeeper
GROUP=zookeeper
PIDDIR=/var/run/$NAME
PIDFILE=$PIDDIR/$NAME.pid
SCRIPTNAME=/etc/init.d/$NAME
JAVA=/usr/bin/java
ZOOMAIN="org.apache.zookeeper.server.quorum.QuorumPeerMain"
ZOO_LOG4J_PROP="INFO,ROLLINGFILE"
JMXLOCALONLY=false
JAVA_OPTS="-Xms{{ cluster.get('xms','128M') }} \
-Xmx{{ cluster.get('xmx','1G') }} \
-Xloggc:/var/log/$NAME/zookeeper-gc.log \
-XX:+UseGCLogFileRotation \
-XX:NumberOfGCLogFiles=16 \
-XX:GCLogFileSize=16M \
-verbose:gc \
-XX:+PrintGCTimeStamps \
-XX:+PrintGCDateStamps \
-XX:+PrintGCDetails \
-XX:+PrintTenuringDistribution \
-XX:+PrintGCAplicationStoppedTime \
-XX:+PrintGCAplicationConcurrentTime \
-XX:+PrintSafepointStatistics \
-XX:+UseParNewGC \
-XX:+UseConcMarkSweepGC \
-XX:+CMSParallelRemarkEnabled"

```

## Salt init:

```

description "zookeeper-{{ cluster['name'] }} centralized coordination service"

start on runlevel [2345]
stop on runlevel [!2345]

respawn

limit nofile 8192 8192

pre-start script
[ -r "/etc/zookeeper-{{ cluster['name'] }}/conf/environment" ] || exit 0
./etc/zookeeper-{{ cluster['name'] }}/conf/environment
[ -d $ZOO_LOG_DIR ] || mkdir -p $ZOO_LOG_DIR
chown $USER:$GROUP $ZOO_LOG_DIR
end script

script
./etc/zookeeper-{{ cluster['name'] }}/conf/environment
[ -r /etc/default/zookeeper ] && . /etc/default/zookeeper
if [ -z "$JMXDISABLE" ]; then
  JAVA_OPTS="$JAVA_OPTS -Dcom.sun.management.jmxremote -Dcom.sun.management.jmxremote.local.only=$JMXLOCALONLY"
fi
exec start-stop-daemon --start -c $USER --exec $JAVA --name zookeeper-{{ cluster['name'] }} \
-- -cp $CLASSPATH $JAVA_OPTS -Dzookeeper.log.dir=${ZOO_LOG_DIR} \
-Dzookeeper.root.logger=${ZOO_LOG4J_PROP} $ZOOMAIN $ZOOCFG
end script

```

## Обновление ClickHouse

Если ClickHouse установлен с помощью deb-пакетов, выполните следующие команды на сервере:

```
$ sudo apt-get update  
$ sudo apt-get install clickhouse-client clickhouse-server  
$ sudo service clickhouse-server restart
```

Если ClickHouse установлен не из рекомендуемых deb-пакетов, используйте соответствующий метод обновления.

ClickHouse не поддерживает распределенное обновление. Операция должна выполняться последовательно на каждом отдельном сервере. Не обновляйте все серверы в кластере одновременно, иначе кластер становится недоступным в течение некоторого времени.

## Права доступа

Пользователи и права доступа настраиваются в конфиге пользователей. Обычно это `users.xml`.

Пользователи прописаны в секции `users`. Рассмотрим фрагмент файла `users.xml`:

```

<!-- Пользователи и ACL. -->
<users>
    <!-- Если имя пользователя не указано, используется пользователь default. -->
    <default>
        <!-- Password could be specified in plaintext or in SHA256 (in hex format).

        If you want to specify password in plaintext (not recommended), place it in 'password' element.
        Example: <password>qwerty</password>.
        Password could be empty.

        If you want to specify SHA256, place it in 'password_sha256_hex' element.
        Example:
<password_sha256_hex>65e84be33532fb784c48129675f9eff3a682b27168c0ea744b2cf58ee02337c5</password_sha256_hex>

        How to generate decent password:
        Execute: PASSWORD=$(base64 </dev/urandom | head -c8); echo "$PASSWORD"; echo -n "$PASSWORD" | sha256sum | tr -d '-'
        In first line will be password and in second - corresponding SHA256.
-->
<password></password>

        <!-- Список сетей, из которых разрешён доступ.
        Каждый элемент списка имеет одну из следующих форм:
        <ip> IP-адрес или маска подсети. Например, 198.51.100.0/24 или 2001:DB8::/32.
        <host> Имя хоста. Например: example01. Для проверки делается DNS-запрос, и все полученные адреса сравниваются с адресом
        клиента.

        <host_regexp> Регулярное выражение для имён хостов. Например, ^example\d\d-\d\d\host.ru$>
        Для проверки, для адреса клиента делается DNS PTR-запрос и к результату применяется регулярное выражение.
        Потом для результата PTR-запроса делается снова DNS-запрос, и все полученные адреса сравниваются с адресом клиента.
        Настоятельно рекомендуется, чтобы регулярное выражение заканчивалось на \host.ru$.

        Если вы устанавливаете ClickHouse самостоятельно, укажите здесь:
        <networks>
            <ip>::/0</ip>
        </networks>
-->
<networks incl="networks" />

        <!-- Профиль настроек, использующийся для пользователя. -->
<profile>default</profile>

        <!-- Квота, использующаяся для пользователя. -->
<quota>default</quota>
</default>

        <!-- Для запросов из пользовательского интерфейса Метрики через API для данных по отдельным счётчикам. -->
<web>
    <password></password>
    <networks incl="networks" />
    <profile>web</profile>
    <quota>default</quota>
    <allow_databases>
        <database>test</database>
    </allow_databases>
</web>

```

Здесь видно объявление двух пользователей - `default` и `web`. Пользователя `web` мы добавили самостоятельно.

Пользователь `default` выбирается в случаях, когда имя пользователя не передаётся. Также пользователь `default` может использоваться при распределённой обработке запроса - если в конфигурации кластера для сервера не указаны `user` и `password`. (см. раздел о движке [Distributed](#)).

Пользователь, который используется для обмена информацией между серверами, объединенными в кластер, не должен иметь существенных ограничений или квот - иначе распределённые запросы сломаются.

Пароль указывается либо в открытом виде (не рекомендуется), либо в виде SHA-256. Хэш не содержит соль. В связи с этим, не следует рассматривать такие пароли, как защиту от потенциального злоумышленника. Скорее, они нужны для защиты от сотрудников.

Указывается список сетей, из которых разрешён доступ. В этом примере, список сетей для обеих пользователей, загружается из отдельного файла (`/etc/metrika.xml`), содержащего подстановку `networks`. Вот его фрагмент:

```
<yandex>
...
<networks>
<ip>::/64</ip>
<ip>203.0.113.0/24</ip>
<ip>2001:DB8::/32</ip>
...
</networks>
</yandex>
```

Можно было бы указать этот список сетей непосредственно в `users.xml`, или в файле в директории `users.d` (подробнее смотрите раздел "[Конфигурационные файлы](#)").

В конфиге приведён комментарий, указывающий, как можно открыть доступ отовсюду.

Для продакшн использования, указывайте только элементы вида `ip` (IP-адреса и их маски), так как использование `host` и `host_reEXP` может вызывать лишние задержки.

Далее указывается используемый профиль настроек пользователя (смотрите раздел "[Профили настроек](#)"). Вы можете указать профиль по умолчанию - `default`. Профиль может называться как угодно; один и тот же профиль может быть указан для разных пользователей. Наиболее важная вещь, которую вы можете прописать в профиле настроек `readonly=1`, что обеспечивает доступ только на чтение. Затем указывается используемая квота (смотрите раздел "[Квоты](#)"). Вы можете указать квоту по умолчанию — `default`. Она настроена в конфиге по умолчанию так, что только считает использование ресурсов, но никак их не ограничивает. Квота может называться как угодно. Одна и та же квота может быть указана для разных пользователей, в этом случае подсчёт использования ресурсов делается для каждого пользователя по отдельности.

Также, в необязательном разделе `<allow_databases>` можно указать перечень баз, к которым у пользователя будет доступ. По умолчанию пользователю доступны все базы. Можно указать базу данных `default`, в этом случае пользователь получит доступ к базе данных по умолчанию.

Доступ к БД `system` всегда считается разрешённым (так как эта БД используется для выполнения запросов).

Пользователь может получить список всех БД и таблиц в них с помощью запросов `SHOW` или системных таблиц, даже если у него нет доступа к отдельным БД.

Доступ к БД не связан с настройкой `readonly`. Невозможно дать полный доступ к одной БД и `readonly` к другой.

## Резервное копирование данных

[Репликация](#) обеспечивает защиту от аппаратных сбоев, но не защищает от человеческих ошибок: случайного удаления данных, удаления не той таблицы, которую надо было, или таблицы на не том кластере, а также программных ошибок, которые приводят к неправильной обработке данных или их повреждению. Во многих случаях подобные ошибки влияют на все реплики. ClickHouse имеет встроенные средства защиты для предотвращения некоторых типов ошибок — например, по умолчанию [не получится удалить таблицы \\*MergeTree, содержащие более 50 Гб данных, одной командой](#). Однако эти средства защиты не охватывают все возможные случаи и могут быть обойдены.

Для того чтобы эффективно уменьшить возможные человеческие ошибки, следует тщательно подготовить стратегию резервного копирования и восстановления данных заранее.

Каждая компания имеет различные доступные ресурсы и бизнес-требования, поэтому нет универсального решения для резервного копирования и восстановления ClickHouse, которое будет подходить в каждой ситуации. То, что работает для одного гигабайта данных, скорее всего, не будет работать для десятков петабайт.

Существует множество возможных подходов со своими плюсами и минусами, которые будут рассмотрены ниже. Рекомендуется использовать несколько подходов вместо одного, чтобы компенсировать их различные недостатки.

### Примечание

Имейте в виду, что если вы создали резервную копию чего-то и никогда не пытались восстановить её, скорее всего, восстановление не будет работать должным образом, когда вам это действительно понадобится (или, по крайней мере, это займет больше времени, чем будет приемлемо для бизнеса). Поэтому, какой бы подход к резервному копированию вы ни выбрали, обязательно автоматизируйте процесс восстановления и регулярно запускайте его на резервном кластере ClickHouse.

## Дублирование данных

Часто данные, которые поступают в ClickHouse, доставляются через некоторую отказоустойчивую очередь, например [Apache Kafka](#). В этом случае можно настроить дополнительный набор подписчиков, которые будут считывать один и тот же поток данных во время записи в ClickHouse и хранить его в холодном хранилище. Большинство компаний уже имеют некоторые рекомендуемые по умолчанию холодные хранилища, которые могут быть хранилищем объектов или распределенной файловой системой, например [HDFS](#).

## Снимки файловой системы

Некоторые локальные файловые системы позволяют делать снимки (например, [ZFS](#)), но они могут быть не лучшим выбором для обслуживания живых запросов. Возможным решением является создание дополнительных реплик с такой файловой системой и исключение их из [Distributed](#) таблиц, используемых для запросов `SELECT`. Снимки на таких репликах будут недоступны для запросов, изменяющих данные. В качестве бонуса, эти реплики могут иметь особые конфигурации оборудования с большим количеством дисков, подключенных к серверу, что будет экономически эффективным.

## `clickhouse-copier`

[clickhouse-copier](#) — это универсальный инструмент, который изначально был создан для перешарирования таблиц с петабайтами данных. Его также можно использовать для резервного копирования и восстановления, поскольку он надёжно копирует данные между таблицами и кластерами ClickHouse.

Для небольших объемов данных можно применять `INSERT INTO ... SELECT ...` в удалённые таблицы.

## Манипуляции сパーティциями

ClickHouse позволяет использовать запрос `ALTER TABLE ... FREEZE PARTITION ...` для создания локальной копии партиций таблицы. Это реализуется с помощью жестких ссылок (`hardlinks`) на каталог `/var/lib/clickhouse/shadow/`, поэтому такая копия обычно не занимает дополнительное место на диске для старых данных. Созданные копии файлов не обрабатываются сервером ClickHouse, поэтому вы можете просто оставить их там: у вас будет простая резервная копия, которая не требует дополнительной внешней системы, однако при аппаратных проблемах вы можете утратить и актуальные данные и сохраненную копию. По этой причине, лучше удаленно скопировать их в другое место, а затем удалить локальную копию. Распределенные файловые системы и хранилища объектов по-прежнему являются хорошими вариантами для этого, однако можно использовать и обычные присоединенные файловые серверы с достаточно большой емкостью (в этом случае передача будет происходить через сетевую файловую систему или, возможно, [rsync](#)).

Дополнительные сведения о запросах, связанных с манипуляциямиパーティциями, см. в разделе [ALTER](#).

Для автоматизации этого подхода доступен инструмент от сторонних разработчиков: [clickhouse-backup](#).

# Конфигурационные файлы

Основной конфигурационный файл сервера - `config.xml`. Он расположен в директории `/etc/clickhouse-server/`.

Отдельные настройки могут быть переопределены в файлах `*.xml` и `*.conf` из директории `config.d` рядом с конфигом.

У элементов этих конфигурационных файлов могут быть указаны атрибуты `replace` или `remove`.

Если ни один не указан - объединить содержимое элементов рекурсивно с заменой значений совпадающих детей.

Если указано `replace` - заменить весь элемент на указанный.

Если указано `remove` - удалить элемент.

Также в конфиге могут быть указаны "подстановки". Если у элемента присутствует атрибут `incl`, то в качестве значения будет использована соответствующая подстановка из файла. По умолчанию, путь к файлу с подстановками - `/etc/metrika.xml`. Он может быть изменён в конфигурации сервера в элементе `include_from`.

Значения подстановок указываются в элементах `/yandex/имя_подстановки` этого файла. Если подстановка, заданная в `incl` отсутствует, то в лог попадает соответствующая запись. Чтобы ClickHouse не писал в лог об отсутствии подстановки, необходимо указать атрибут `optional="true"` (например, настройка `macros`).

Подстановки могут также выполняться из ZooKeeper. Для этого укажите у элемента атрибут `from_zk = "/path/to/node"`. Значение элемента заменится на содержимое узла `/path/to/node` в ZooKeeper. В ZooKeeper-узел также можно положить целое XML-поддерево, оно будет целиком вставлено в исходный элемент.

В `config.xml` может быть указан отдельный конфиг с настройками пользователей, профилей и квот. Относительный путь к нему указывается в элементе `users_config`. По умолчанию - `users.xml`. Если `users_config` не указан, то настройки пользователей, профилей и квот, указываются непосредственно в `config.xml`.

Для `users_config` могут также существовать переопределения в файлах из директории `users_config.d` (например, `users.d`) и подстановки. Например, можно иметь по отдельному конфигурационному файлу для каждого пользователя:

```
$ cat /etc/clickhouse-server/users.d/alice.xml
```

```
<yandex>
<users>
<alice>
<profile>analytics</profile>
<networks>
<ip>::/0</ip>
</networks>
<password_sha256_hex>...</password_sha256_hex>
<quota>analytics</quota>
</alice>
</users>
</yandex>
```

Для каждого конфигурационного файла, сервер при запуске генерирует также файлы `file-preprocessed.xml`. Эти файлы содержат все выполненные подстановки и переопределения, и предназначены для информационных целей. Если в конфигурационных файлах были использованы ZooKeeper-подстановки, но при старте сервера ZooKeeper недоступен, то сервер загрузит конфигурацию из `preprocessed`-файла.

Сервер следит за изменениями конфигурационных файлов, а также файлов и ZooKeeper-узлов, которые были использованы при выполнении подстановок и переопределений, и перезагружает настройки пользователей и кластеров на лету. То есть, можно изменять кластера, пользователей и их настройки без перезапуска сервера.

## Квоты

Квоты позволяют ограничить использование ресурсов за некоторый интервал времени, или просто подсчитывать использование ресурсов. Квоты настраиваются в конфиге пользователей. Обычно это users.xml.

В системе есть возможность ограничить сложность одного запроса. Для этого смотрите раздел "Ограничения на сложность запроса".

В отличие от них, квоты:

- ограничивают не один запрос, а множество запросов, которые могут быть выполнены за интервал времени;
- при распределённой обработке запроса, учитывают ресурсы, потраченные на всех удалённых серверах.

Рассмотрим фрагмент файла users.xml, описывающего квоты.

```
<!-- Квоты. -->
<quotas>
    <!-- Имя квоты. -->
    <default>
        <!-- Ограничения за интервал времени. Можно задать много интервалов с разными ограничениями. -->
        <interval>
            <!-- Длина интервала. -->
            <duration>3600</duration>

            <!-- Без ограничений. Просто считать соответствующие данные за указанный интервал. -->
            <queries>0</queries>
            <errors>0</errors>
            <result_rows>0</result_rows>
            <read_rows>0</read_rows>
            <execution_time>0</execution_time>
        </interval>
    </default>
```

Видно, что квота по умолчанию просто считает использование ресурсов за каждый час, но не ограничивает их.

Подсчитанное использование ресурсов за каждый интервал, выводится в лог сервера после каждого запроса.

```
<statbox>
    <!-- Ограничения за интервал времени. Можно задать много интервалов с разными ограничениями. -->
    <interval>
        <!-- Длина интервала. -->
        <duration>3600</duration>

        <queries>1000</queries>
        <errors>100</errors>
        <result_rows>1000000000</result_rows>
        <read_rows>100000000000</read_rows>
        <execution_time>900</execution_time>
    </interval>

    <interval>
        <duration>86400</duration>

        <queries>10000</queries>
        <errors>1000</errors>
        <result_rows>5000000000</result_rows>
        <read_rows>500000000000</read_rows>
        <execution_time>7200</execution_time>
    </interval>
</statbox>
```

Для квоты с именем statbox заданы ограничения за каждый час и за каждые 24 часа (86 400 секунд). Интервал времени считается начиная от некоторого implementation defined фиксированного момента времени. То есть, интервал длины 24 часа начинается не обязательно в полночь.

Когда интервал заканчивается, все накопленные значения сбрасываются. То есть, в следующий час, расчёт квоты за час, начинается заново.

Рассмотрим величины, которые можно ограничить:

`queries` - общее количество запросов;

`errors` - количество запросов, при выполнении которых было выкинуто исключение;

`result_rows` - суммарное количество строк, отданных в виде результата;

`read_rows` - суммарное количество исходных строк, прочитанных из таблиц, для выполнения запроса, на всех удалённых серверах;

`execution_time` - суммарное время выполнения запросов, в секундах (wall time);

Если за хотя бы один интервал, ограничение превышено, то кидается исключение с текстом о том, какая величина превышена, за какой интервал, и когда начнётся новый интервал (когда снова можно будет задавать запросы).

Для квоты может быть включена возможность указывать "ключ квоты", чтобы производить учёт ресурсов для многих ключей независимо. Рассмотрим это на примере:

```
<!-- Для глобального конструктора отчётов. -->
<web_global>
<!-- keyed - значит в параметре запроса передаётся "ключ" quota_key,
     и квота считается по отдельности для каждого значения ключа.
     Например, в качестве ключа может передаваться логин пользователя в Метрике,
     и тогда квота будет считаться для каждого логина по отдельности.
     Имеет смысл использовать только если quota_key передаётся не пользователем, а программой.

     Также можно написать <keyed_by_ip /> - тогда в качестве ключа квоты используется IP-адрес.
     (но стоит учесть, что пользователь может достаточно легко менять IPv6-адрес)
-->
<keyed />
```

Квота прописывается для пользователей в секции `users` конфига. Смотрите раздел "Права доступа".

При распределённой обработке запроса, накопленные величины хранятся на сервере-инициаторе запроса. То есть, если пользователь пойдёт на другой сервер - там квота будет действовать "с нуля".

При перезапуске сервера, квоты сбрасываются.

## Системные таблицы

Системные таблицы используются для реализации части функциональности системы, а также предоставляют доступ к информации о работе системы. Вы не можете удалить системную таблицу (хотя можете сделать `DETACH`). Для системных таблиц нет файлов с данными на диске и файлов с метаданными. Сервер создаёт все системные таблицы при старте. В системные таблицы нельзя записывать данные - можно только читать.

Системные таблицы расположены в базе данных `system`.

### `system.asynchronous_metrics`

Содержит метрики, которые периодически вычисляются в фоновом режиме. Например, объем используемой оперативной памяти.

Столбцы:

- `metric` ([String](#)) — название метрики.

- `value` ([Float64](#)) — значение метрики.

Пример

```
SELECT * FROM system.asynchronous_metrics LIMIT 10
```

metric	value
jemalloc.background_thread.run_interval	0
jemalloc.background_thread.num_runs	0
jemalloc.background_thread.num_threads	0
jemalloc.retained	422551552
jemalloc.mapped	1682989056
jemalloc.resident	1656446976
jemalloc.metadata_thp	0
jemalloc.metadata	10226856
UncompressedCacheCells	0
MarkCacheFiles	0

Смотрите также

- [Мониторинг](#) — основы мониторинга в ClickHouse.
- [system.metrics](#) — таблица с мгновенно вычисляемыми метриками.
- [system.events](#) — таблица с количеством произошедших событий.

## system.clusters

Содержит информацию о доступных в конфигурационном файле кластерах и серверах, которые в них входят.

Столбцы:

cluster String — имя кластера.  
shard\_num UInt32 — номер шарда в кластере, начиная с 1.  
shard\_weight UInt32 — относительный вес шарда при записи данных  
replica\_num UInt32 — номер реплики в шарде, начиная с 1.  
host\_name String — хост, указанный в конфигурации.  
host\_address String — IP-адрес хоста, полученный из DNS.  
port UInt16 — порт, на который обращаться для соединения с сервером.  
user String — имя пользователя, которого использовать для соединения с сервером.

## system.columns

Содержит информацию о столбцах всех таблиц.

С помощью этой таблицы можно получить информацию аналогично запросу [DESCRIBE TABLE](#), но для многих таблиц сразу.

Таблица `system.columns` содержит столбцы (тип столбца указан в скобках):

- `database` (`String`) — имя базы данных.
- `table` (`String`) — имя таблицы.
- `name` (`String`) — имя столбца.
- `type` (`String`) — тип столбца.
- `default_kind` (`String`) — тип выражения (`DEFAULT` , `MATERIALIZED` , `ALIAS`) значения по умолчанию, или пустая строка.
- `default_expression` (`String`) — выражение для значения по умолчанию или пустая строка.
- `data_compressed_bytes` (`UInt64`) — размер сжатых данных в байтах.

- `data_uncompressed_bytes` (UInt64) — размер распакованных данных в байтах.
- `marks_bytes` (UInt64) — размер засечек в байтах.
- `comment` (String) — комментарий к столбцу или пустая строка.
- `is_in_partition_key` (UInt8) — флаг, показывающий включение столбца в ключ партиционирования.
- `is_in_sorting_key` (UInt8) — флаг, показывающий включение столбца в ключ сортировки.
- `is_in_primary_key` (UInt8) — флаг, показывающий включение столбца в первичный ключ.
- `is_in_sampling_key` (UInt8) — флаг, показывающий включение столбца в ключ выборки.

## system.contributors

Содержит информацию о контрибьютерах. Контрибьютеры расположены в таблице в случайном порядке. Порядок определяется заново при каждом запросе.

Столбцы:

- `name` (String) — Имя контрибьютера (автора коммита) из git log.

Пример

```
SELECT * FROM system.contributors LIMIT 10
```

name
Olga Khvostikova
Max Vetrov
LiuYangkuan
svladykin
zamulla
Šimon Podlipský
BayoNet
Ilya Khomutov
Amy Krishnevsky
Loud_Scream

Чтобы найти себя в таблице, выполните запрос:

```
SELECT * FROM system.contributors WHERE name='Olga Khvostikova'
```

name
Olga Khvostikova

## system.databases

Таблица содержит один столбец `name` типа String - имя базы данных. Для каждой базы данных, о которой знает сервер, будет присутствовать соответствующая запись в таблице. Эта системная таблица используется для реализации запроса SHOW DATABASES .

## system.detached\_parts

Содержит информацию об отсоединённых кусках таблиц семейства [MergeTree](#). Столбец `reason` содержит причину, по которой кусок был отсоединен. Для кусков, отсоединённых пользователем, `reason` содержит пустую строку. Такие куски могут быть присоединены с помощью [ALTER TABLE ATTACH PARTITION|PART](#). Остальные столбцы описаны в [system.parts](#). Если имя куска некорректно, значения некоторых столбцов могут быть NULL .

Такие куски могут быть удалены с помощью [ALTER TABLE DROP DETACHED PART](#).

## system.dictionaries

Содержит информацию о внешних словарях.

Столбцы:

- `name String` — Имя словаря.
- `type String` — Тип словаря: Flat, Hashed, Cache.
- `origin String` — Путь к конфигурационному файлу, в котором описан словарь.
- `attribute.names Array(String)` — Массив имён атрибутов, предоставляемых словарём.
- `attribute.types Array(String)` — Соответствующий массив типов атрибутов, предоставляемых словарём.
- `has_hierarchy UInt8` — Является ли словарь иерархическим.
- `bytes_allocated UInt64` — Количество оперативной памяти, которое использует словарь.
- `hit_rate Float64` — Для cache-словарей - доля использований, для которых значение было в кэше.
- `element_count UInt64` — Количество хранящихся в словаре элементов.
- `load_factor Float64` — Доля заполненности словаря (для hashed словаря - доля заполнения хэш-таблицы).
- `creation_time DateTime` — Время создания или последней успешной перезагрузки словаря.
- `last_exception String` — Текст ошибки, возникшей при создании или перезагрузке словаря, если словарь не удалось создать.
- `source String` - Текст, описывающий источник данных для словаря.

Заметим, что количество оперативной памяти, которое использует словарь, не является пропорциональным количеству элементов, хранящихся в словаре. Так, для flat и cached словарей, все ячейки памяти выделяются заранее, независимо от реальной заполненности словаря.

## system.events

Содержит информацию о количестве событий, произошедших в системе. Например, в таблице можно найти, сколько запросов `SELECT` обработано с момента запуска сервера ClickHouse.

Столбцы:

- `event (String)` — имя события.
- `value (UInt64)` — количество произошедших событий.
- `description (String)` — описание события.

Пример

```
SELECT * FROM system.events LIMIT 5
```

event	value	description
Query	12	Number of queries to be interpreted and potentially executed. Does not include queries that failed to parse or were rejected due to AST size limits, quota limits or limits on the number of simultaneously running queries. May include internal queries initiated by ClickHouse itself. Does not count subqueries.
SelectQuery	8	Same as Query, but only for SELECT queries.
FileOpen	73	Number of files opened.
ReadBufferFromFileDescriptorRead	155	Number of reads (read/pread) from a file descriptor. Does not include sockets.
ReadBufferFromFileDescriptorReadBytes	9931	Number of bytes read from file descriptors. If the file is compressed, this will show the compressed data size.

Смотрите также

- [system.asynchronous\\_metrics](#) — таблица с периодически вычисляемыми метриками.
- [system.metrics](#) — таблица с мгновенно вычисляемыми метриками.
- [Мониторинг](#) — основы мониторинга в ClickHouse.

## system.functions

Содержит информацию об обычных и агрегатных функциях.

Столбцы:

- `name` (`String`) – Имя функции.
- `is_aggregate` (`UInt8`) – Признак, является ли функция агрегатной.

## system.graphite\_retentions

Содержит информацию о том, какие параметры [graphite\\_rollup](#) используются в таблицах с движками [\\*GraphiteMergeTree](#).

Столбцы:

- `config_name` (`String`) - Имя параметра, используемого для `graphite_rollup`.
- `regexp` (`String`) - Шаблон имени метрики.
- `function` (`String`) - Имя агрегирующей функции.
- `age` (`UInt64`) - Минимальный возраст данных в секундах.
- `precision` (`UInt64`) - Точность определения возраста данных в секундах.
- `priority` (`UInt16`) - Приоритет раздела `pattern`.
- `is_default` (`UInt8`) - Является ли раздел `pattern` дефолтным.
- `Tables.database` (`Array(String)`) - Массив имён баз данных таблиц, использующих параметр `config_name`.
- `Tables.table` (`Array(String)`) - Массив имён таблиц, использующих параметр `config_name`.

## system.merges

Содержит информацию о производящихся прямо сейчас слияниях и мутациях кусков для таблиц семейства MergeTree.

Столбцы:

- `database` `String` — Имя базы данных, в которой находится таблица.
- `table` `String` — Имя таблицы.
- `elapsed` `Float64` — Время в секундах, прошедшее от начала выполнения слияния.
- `progress` `Float64` — Доля выполненной работы от 0 до 1.
- `num_parts` `UInt64` — Количество сливаемых кусков.
- `result_part_name` `String` — Имя куска, который будет образован в результате слияния.
- `is_mutation` `UInt8` - Является ли данный процесс мутацией куска.
- `total_size_bytes_compressed` `UInt64` — Суммарный размер сжатых данных сливаемых кусков.
- `total_size_marks` `UInt64` — Суммарное количество засечек в сливаемых кусках.
- `bytes_read_uncompressed` `UInt64` — Количество прочитанных байт, разжатых.
- `rows_read` `UInt64` — Количество прочитанных строк.
- `bytes_written_uncompressed` `UInt64` — Количество записанных байт, несжатых.
- `rows_written` `UInt64` — Количество записанных строк.

## system.metrics

Содержит метрики, которые могут быть рассчитаны мгновенно или имеют текущее значение. Например, число одновременно обрабатываемых запросов или текущее значение задержки реплики. Эта таблица всегда актуальна.

Столбцы:

- `metric` (`String`) — название метрики.
- `value` (`Int64`) — значение метрики.
- `description` (`String`) — описание метрики.

Список поддержанных метрик смотрите в файле [dbms/src/Common/CurrentMetrics.cpp](#).

Пример

```
SELECT * FROM system.metrics LIMIT 10
```

metric	value	description
Query	1	Number of executing queries
Merge	0	Number of executing background merges
PartMutation	0	Number of mutations (ALTER DELETE/UPDATE)
ReplicatedFetch	0	Number of data parts being fetched from replicas
ReplicatedSend	0	Number of data parts being sent to replicas
ReplicatedChecks	0	Number of data parts checking for consistency
BackgroundPoolTask	0	Number of active tasks in BackgroundProcessingPool (merges, mutations, fetches, or replication queue bookkeeping)
BackgroundSchedulePoolTask	0	Number of active tasks in BackgroundSchedulePool. This pool is used for periodic ReplicatedMergeTree tasks, like cleaning old data parts, altering data parts, replica re-initialization, etc.
DiskSpaceReservedForMerge	0	Disk space reserved for currently running background merges. It is slightly more than the total size of currently merging parts.
DistributedSend	0	Number of connections to remote servers sending data that was INSERTed into Distributed tables. Both synchronous and asynchronous mode.

## Смотрите также

- [system.asynchronous\\_metrics](#) — таблица с периодически вычисляемыми метриками.
- [system.events](#) — таблица с количеством произошедших событий.
- [Мониторинг](#) — основы мониторинга в ClickHouse.

## system.numbers

Таблица содержит один столбец с именем `number` типа `UInt64`, содержащим почти все натуральные числа, начиная с нуля. Эту таблицу можно использовать для тестов, а также если вам нужно сделать перебор. Чтения из этой таблицы не распараллеливаются.

## system.numbers\_mt

То же самое, что и `system.numbers`, но чтение распараллеливается. Числа могут возвращаться в произвольном порядке. Используется для тестов.

## system.one

Таблица содержит одну строку с одним столбцом `dummy` типа `UInt8`, содержащим значение 0. Эта таблица используется, если в `SELECT` запросе не указана секция `FROM`. То есть, это - аналог таблицы `DUAL`, которую можно найти в других СУБД.

## system.parts

Содержит информацию о кусках данных таблиц семейства [MergeTree](#).

Каждая строка описывает один кусок данных.

Столбцы:

- `partition` (`String`) – Имя партиции. Что такое партиция можно узнать из описания запроса [ALTER](#).

Форматы:

- YYYYMM для автоматической схемыパーティционирования по месяцам.
- any\_string приパーティционировании вручную.
- name ( String ) – имя куска.
- active ( UInt8 ) – признак активности. Если кусок активен, то он используется таблицей, в противном случае он будет удален. Неактивные куски остаются после слияний.
- marks ( UInt64 ) – количество засечек. Чтобы получить примерное количество строк в куске, умножьте marks на гранулированность индекса (обычно 8192).
- rows ( UInt64 ) – количество строк.
- bytes\_on\_disk ( UInt64 ) – общий размер всех файлов кусков данных в байтах.
- data\_compressed\_bytes ( UInt64 ) – общий размер сжатой информации в куске данных. Размер всех дополнительных файлов (например, файлов с засечками) не учитывается.
- data\_uncompressed\_bytes ( UInt64 ) – общий размер распакованной информации куска данных. Размер всех дополнительных файлов (например, файлов с засечками) не учитывается.
- marks\_bytes ( UInt64 ) – размер файла с засечками.
- modification\_time ( DateTime ) – время модификации директории с куском данных. Обычно соответствует времени создания куска.
- remove\_time ( DateTime ) – время, когда кусок стал неактивным.
- refcount ( UInt32 ) – количество мест, в котором кусок используется. Значение больше 2 говорит о том, что кусок участвует в запросах или в слияниях.
- min\_date ( Date ) – минимальное значение ключа даты в куске данных.
- max\_date ( Date ) – максимальное значение ключа даты в куске данных.
- min\_time ( DateTime ) – минимальное значение даты и времени в куске данных.
- max\_time ( DateTime ) – максимальное значение даты и времени в куске данных.
- partition\_id ( String ) – ID партиции.
- min\_block\_number ( UInt64 ) – минимальное число кусков, из которых состоит текущий после слияния.
- max\_block\_number ( UInt64 ) – максимальное число кусков, из которых состоит текущий после слияния.
- level ( UInt32 ) - глубина дерева слияний. Если слияние не было, то level=0 .
- data\_version ( UInt64 ) – число, которое используется для определения того, какие мутации необходимо применить к куску данных (мутации с версией большей, чем data\_version ).
- primary\_key\_bytes\_in\_memory ( UInt64 ) – объем памяти (в байтах), занимаемой значениями первичных ключей.
- primary\_key\_bytes\_in\_memory\_allocated ( UInt64 ) – объем памяти (в байтах) выделенный для размещения первичных ключей.
- is\_frozen ( UInt8 ) – Признак, показывающий существование бэкапа партиции. 1, бэкап есть. 0, бэкапа нет.  
Смотрите раздел [FREEZE PARTITION](#).
- database ( String ) – имя базы данных.
- table ( String ) – имя таблицы.
- engine ( String ) – имя движка таблицы, без параметров.
- path ( String ) – абсолютный путь к папке с файлами кусков данных.
- disk ( String ) – имя диска, на котором находится кусок данных.
- hash\_of\_all\_files ( String ) – значение [sipHash128](#) для сжатых файлов.
- hash\_of\_uncompressed\_files ( String ) – значение [sipHash128](#) несжатых файлов (файлы с засечками, первичным ключом и пр.)

- `uncompressed_hash_of_compressed_files` ( `String` ) – значение `sipHash128` данных в сжатых файлах как если бы они были разжатыми.
- `bytes` ( `UInt64` ) – алиас для `bytes_on_disk` .
- `marks_size` ( `UInt64` ) – алиас для `marks_bytes` .

## `system.part_log`

Системная таблица `system.part_log` создается только в том случае, если задана серверная настройка [part\\_log](#).

Содержит информацию о всех событиях, произошедших с [кусками данных](#) таблиц семейства MergeTree (например, события добавления, удаления или слияния данных).

Столбцы:

- `event_type` ( `Enum` ) — тип события. Столбец может содержать одно из следующих значений:
  - `NEW_PART` — вставка нового куска.
  - `MERGE_PARTS` — слияние кусков.
  - `DOWNLOAD_PART` — загрузка с реплики.
  - `REMOVE_PART` — удаление или отсоединение из таблицы с помощью [DETACH PARTITION](#).
  - `MUTATE_PART` — изменение куска.
  - `MOVE_PART` — перемещение куска между дисками.
- `event_date` ( `Date` ) — дата события.
- `event_time` ( `DateTime` ) — время события.
- `duration_ms` ( `UInt64` ) — длительность.
- `database` ( `String` ) — имя базы данных, в которой находится кусок.
- `table` ( `String` ) — имя таблицы, в которой находится кусок.
- `part_name` ( `String` ) — имя куска.
- `partition_id` ( `String` ) — идентификатор партиции, в которую был добавлен кусок. В столбце будет значение 'all', если таблицаパーティонируется по выражению `tuple()` .
- `rows` ( `UInt64` ) — число строк в куске.
- `size_in_bytes` ( `UInt64` ) — размер куска данных в байтах.
- `merged_from` ( `Array(String)` ) — массив имён кусков, из которых образован текущий кусок в результате слияния (также столбец заполняется в случае скачивания уже смерженного куска).
- `bytes_uncompressed` ( `UInt64` ) — количество прочитанных разжатых байт.
- `read_rows` ( `UInt64` ) — сколько было прочитано строк при слиянии кусков.
- `read_bytes` ( `UInt64` ) — сколько было прочитано байт при слиянии кусков.
- `error` ( `UInt16` ) — код ошибки, возникшей при текущем событии.
- `exception` ( `String` ) — текст ошибки.

Системная таблица `system.part_log` будет создана после первой вставки данных в таблицу `MergeTree` .

## `system.processes`

Используется для реализации запроса `SHOW PROCESSLIST` .

Столбцы:

- `user` (`String`) – пользователь, инициировавший запрос. При распределённом выполнении запросы отправляются на удалённые серверы от имени пользователя `default`. Поле содержит имя пользователя для конкретного запроса, а не для запроса, который инициировал этот запрос.
- `address` (`String`) – IP-адрес, с которого пришёл запрос. При распределённой обработке запроса аналогично. Чтобы определить откуда запрос пришел изначально, необходимо смотреть таблицу `system.processes` на сервере-источнике запроса.
- `elapsed` (`Float64`) – время в секундах с начала обработки запроса.
- `rows_read` (`UInt64`) – количество прочитанных строк. При распределённой обработке запроса на сервере-инициаторе запроса представляет собой сумму по всем удалённым серверам.
- `bytes_read` (`UInt64`) – количество прочитанных из таблиц байт, в несжатом виде. При распределённой обработке запроса на сервере-инициаторе запроса представляет собой сумму по всем удалённым серверам.
- `total_rows_approx` (`UInt64`) – приблизительная оценка общего количества строк, которые должны быть прочитаны. При распределённой обработке запроса, на сервере-инициаторе запроса, представляет собой сумму по всем удалённым серверам. Может обновляться в процессе выполнения запроса, когда становятся известны новые источники для обработки.
- `memory_usage` (`UInt64`) – потребление памяти запросом. Может не учитывать некоторые виды выделенной памяти. Смотрите описание настройки [max\\_memory\\_usage](#).
- `query` (`String`) – текст запроса. Для запросов `INSERT` не содержит вставляемые данные.
- `query_id` (`String`) – идентификатор запроса, если был задан.

## `system.query_log`

Содержит информацию о выполнении запросов. Для каждого запроса вы можете увидеть время начала обработки, продолжительность обработки, сообщения об ошибках и другую информацию.

### Внимание

Таблица не содержит входных данных для запросов `INSERT`.

ClickHouse создаёт таблицу только в том случае, когда установлен конфигурационный параметр сервера [query\\_log](#). Параметр задаёт правила ведения лога, такие как интервал логирования или имя таблицы, в которую будут логироваться запросы.

Чтобы включить логирование, задайте значение параметра `log_queries` равным 1. Подробности смотрите в разделе [Настройки](#).

Таблица `system.query_log` содержит информацию о двух видах запросов:

1. Первоначальные запросы, которые были выполнены непосредственно клиентом.
2. Дочерние запросы, инициированные другими запросами (для выполнения распределенных запросов). Для дочерних запросов информация о первоначальном запросе содержится в столбцах `initial_*`.

Столбцы:

- `type` (`Enum8`) — тип события, произошедшего при выполнении запроса. Значения:
  - `'QueryStart' = 1` — успешное начало выполнения запроса.
  - `'QueryFinish' = 2` — успешное завершение выполнения запроса.
  - `'ExceptionBeforeStart' = 3` — исключение перед началом обработки запроса.
  - `'ExceptionWhileProcessing' = 4` — исключение во время обработки запроса.

- `event_date` (`Date`) — дата начала запроса.
- `event_time` (`DateTime`) — время начала запроса.
- `query_start_time` (`DateTime`) — время начала обработки запроса.
- `query_duration_ms` (`UInt64`) — длительность обработки запроса.
- `read_rows` (`UInt64`) — количество прочитанных строк.
- `read_bytes` (`UInt64`) — количество прочитанных байтов.
- `written_rows` (`UInt64`) — количество записанных строк для запросов `INSERT`. Для других запросов, значение столбца 0.
- `written_bytes` (`UInt64`) — объем записанных данных в байтах для запросов `INSERT`. Для других запросов, значение столбца 0.
- `result_rows` (`UInt64`) — количество строк в результате.
- `result_bytes` (`UInt64`) — объём результата в байтах.
- `memory_usage` (`UInt64`) — потребление RAM запросом.
- `query` (`String`) — текст запроса.
- `exception` (`String`) — сообщение исключения, если запрос завершился по исключению.
- `stack_trace` (`String`) — трассировка (список функций, последовательно вызванных перед ошибкой). Пустая строка, если запрос успешно завершен.
- `is_initial_query` (`UInt8`) — вид запроса. Возможные значения:
  - 1 — запрос был инициирован клиентом.
  - 0 — запрос был инициирован другим запросом при распределенном запросе.
- `user` (`String`) — пользователь, запустивший текущий запрос.
- `query_id` (`String`) — ID запроса.
- `address` (`IPv6`) — IP адрес, с которого пришел запрос.
- `port` (`UInt16`) — порт, с которого клиент сделал запрос
- `initial_user` (`String`) — пользователь, запустивший первоначальный запрос (для распределенных запросов).
- `initial_query_id` (`String`) — ID родительского запроса.
- `initial_address` (`IPv6`) — IP адрес, с которого пришел родительский запрос.
- `initial_port` (`UInt16`) — порт, с которого клиент сделал родительский запрос.
- `interface` (`UInt8`) — интерфейс, с которого ушёл запрос. Возможные значения:
  - 1 — TCP.
  - 2 — HTTP.
- `os_user` (`String`) — имя пользователя в OS, который запустил [clickhouse-client](#).
- `client_hostname` (`String`) — имя сервера, с которого присоединился [clickhouse-client](#) или другой TCP клиент.
- `client_name` (`String`) — [clickhouse-client](#) или другой TCP клиент.
- `client_revision` (`UInt32`) — ревизия [clickhouse-client](#) или другого TCP клиента.
- `client_version_major` (`UInt32`) — старшая версия [clickhouse-client](#) или другого TCP клиента.
- `client_version_minor` (`UInt32`) — младшая версия [clickhouse-client](#) или другого TCP клиента.
- `client_version_patch` (`UInt32`) — патч [clickhouse-client](#) или другого TCP клиента.
- `http_method` (`UInt8`) — HTTP метод, инициировавший запрос. Возможные значения:
  - 0 — запрос запущен с интерфейса TCP.

- 1 — GET .
- 2 — POST .
- `http_user_agent` (`String`) — HTTP заголовок `UserAgent` .
- `quota_key` (`String`) — "ключ квоты" из настроек **квот** (см. `keyed` ).
- `revision` (`UInt32`) — ревизия ClickHouse.
- `thread_numbers` (`Array(UInt32)`) — количество потоков, участвующих в обработке запросов.
- `ProfileEvents.Names` (`Array(String)`) — Счетчики для изменения различных метрик. Описание метрик можно получить из таблицы `[system.events](#system_tables-events)`
- `ProfileEvents.Values` (`Array(UInt64)`) — метрики, перечисленные в столбце `ProfileEvents.Names` .
- `Settings.Names` (`Array(String)`) — имена настроек, которые меняются, когда клиент выполняет запрос. Чтобы разрешить логирование изменений настроек, установите параметр `log_query_settings` равным 1.
- `Settings.Values` (`Array(String)`) — Значения настроек, которые перечислены в столбце `Settings.Names` .

Каждый запрос создаёт одну или две строки в таблице `query_log` , в зависимости от статуса запроса:

1. Если запрос выполнен успешно, создаются два события типа 1 и 2 (смотрите столбец `type` ).
2. Если во время обработки запроса произошла ошибка, создаются два события с типами 1 и 4.
3. Если ошибка произошла до запуска запроса, создается одно событие с типом 3.

По умолчанию, строки добавляются в таблицу логирования с интервалом в 7,5 секунд. Можно задать интервал в конфигурационном параметре сервера `query_log` (смотрите параметр `flush_interval_milliseconds` ). Чтобы принудительно записать логи из буфера памяти в таблицу, используйте запрос `SYSTEM FLUSH LOGS` .

Если таблицу удалить вручную, она пересоздаётся автоматически "на лету". При этом все логи на момент удаления таблицы будут удалены.

#### Примечание

Срок хранения логов не ограничен. Логи не удаляются из таблицы автоматически. Вам необходимо самостоятельно организовать удаление устаревших логов.

Можно указать произвольный ключパーティонирования для таблицы `system.query_log` в конфигурации `query_log` (параметр `partition_by` ).

## `system.query_thread_log`

Содержит информацию о каждом потоке выполняемых запросов.

ClickHouse создаёт таблицу только в том случае, когда установлен конфигурационный параметр сервера `query_thread_log` . Параметр задаёт правила ведения лога, такие как интервал логирования или имя таблицы, в которую будут логироваться запросы.

Чтобы включить логирование, задайте значение параметра `log_query_threads` равным 1. Подробности смотрите в разделе [Настройки](#).

Столбцы:

- `event_date` (`Date`) — дата завершения выполнения запроса потоком.
- `event_time` (`DateTime`) — дата и время завершения выполнения запроса потоком.
- `query_start_time` (`DateTime`) — время начала обработки запроса.
- `query_duration_ms` (`UInt64`) — длительность обработки запроса в миллисекундах.

- `read_rows` (UInt64) — количество прочитанных строк.
- `read_bytes` (UInt64) — количество прочитанных байтов.
- `written_rows` (UInt64) — количество записанных строк для запросов `INSERT`. Для других запросов, значение столбца 0.
- `written_bytes` (UInt64) — объем записанных данных в байтах для запросов `INSERT`. Для других запросов, значение столбца 0.
- `memory_usage` (Int64) — разница между выделенной и освобождённой памятью в контексте потока.
- `peak_memory_usage` (Int64) — максимальная разница между выделенной и освобождённой памятью в контексте потока.
- `thread_name` (String) — Имя потока.
- `thread_number` (UInt32) — Внутренний ID потока.
- `os_thread_id` (Int32) — tid (ID потока операционной системы).
- `master_thread_number` (UInt32) — Внутренний ID главного потока.
- `master_os_thread_id` (Int32) — tid (ID потока операционной системы) главного потока.
- `query` (String) — текст запроса.
- `is_initial_query` (UInt8) — вид запроса. Возможные значения:
  - 1 — запрос был инициирован клиентом.
  - 0 — запрос был инициирован другим запросом при распределенном запросе.
- `user` (String) — пользователь, запустивший текущий запрос.
- `query_id` (String) — ID запроса.
- `address` (IPv6) — IP адрес, с которого пришел запрос.
- `port` (UInt16) — порт, с которого пришел запрос.
- `initial_user` (String) — пользователь, запустивший первоначальный запрос (для распределенных запросов).
- `initial_query_id` (String) — ID родительского запроса.
- `initial_address` (IPv6) — IP адрес, с которого пришел родительский запрос.
- `initial_port` (UInt16) — порт, пришел родительский запрос.
- `interface` (UInt8) — интерфейс, с которого ушёл запрос. Возможные значения:
  - 1 — TCP.
  - 2 — HTTP.
- `os_user` (String) — имя пользователя в OS, который запустил [clickhouse-client](#).
- `client_hostname` (String) — hostname клиентской машины, с которой присоединился [clickhouse-client](#) или другой TCP клиент.
- `client_name` (String) — [clickhouse-client](#) или другой TCP клиент.
- `client_revision` (UInt32) — ревизия [clickhouse-client](#) или другого TCP клиента.
- `client_version_major` (UInt32) — старшая версия [clickhouse-client](#) или другого TCP клиента.
- `client_version_minor` (UInt32) — младшая версия [clickhouse-client](#) или другого TCP клиента.
- `client_version_patch` (UInt32) — патч [clickhouse-client](#) или другого TCP клиента.
- `http_method` (UInt8) — HTTP метод, инициировавший запрос. Возможные значения:
  - 0 — запрос запущен с интерфейса TCP.
  - 1 — GET .

- 2 — POST .
- http\_user\_agent (String) — HTTP заголовок UserAgent .
- quota\_key (String) — "ключ квоты" из настроек КВОТ (см. keyed ).
- revision (UInt32) — ревизия ClickHouse.
- ProfileEvents.Names (Array(String)) — Счетчики для изменения различных метрик для данного потока. Описание метрик можно получить из таблицы [system.events](#system\_tables-events)
- ProfileEvents.Values (Array(UInt64)) — метрики для данного потока, перечисленные в столбце ProfileEvents.Names .

По умолчанию, строки добавляются в таблицу логирования с интервалом в 7,5 секунд. Можно задать интервал в конфигурационном параметре сервера [query\\_thread\\_log](#) (смотрите параметр flush\_interval\_milliseconds ). Чтобы принудительно записать логи из буфера памяти в таблицу, используйте запрос SYSTEM FLUSH LOGS .

Если таблицу удалить вручную, она пересоздается автоматически "на лету". При этом все логи на момент удаления таблицы будут удалены.

#### Примечание

Срок хранения логов не ограничен. Логи не удаляются из таблицы автоматически. Вам необходимо самостоятельно организовать удаление устаревших логов.

Можно указать произвольный ключパーティонирования для таблицы system.query\_log в конфигурации [query\\_thread\\_log](#) (параметр partition\_by ).

## system.replicas

Содержит информацию и статус для реплицируемых таблиц, расположенных на локальном сервере. Этую таблицу можно использовать для мониторинга. Таблица содержит по строке для каждой Replicated\*-таблицы.

Пример:

```
SELECT *
FROM system.replicas
WHERE table = 'visits'
FORMAT Vertical
```

Row 1:

```
database:      merge
table:        visits
engine:       ReplicatedCollapsingMergeTree
is_leader:    1
is_READONLY:  0
is_SESSION_EXPIRED: 0
future_parts: 1
parts_to_check: 0
zookeeper_path: /clickhouse/tables/01-06/visits
replica_name:  example01-06-1.yandex.ru
replica_path: /clickhouse/tables/01-06/visits/replicas/example01-06-1.yandex.ru
columns_version: 9
queue_size:   1
inserts_in_queue: 0
merges_in_queue: 1
log_max_index: 596273
log_pointer:   596274
total_replicas: 2
active_replicas: 2
```

Столбцы:

database: имя БД  
table: имя таблицы  
engine: имя движка таблицы

is\_leader: является ли реплика лидером

В один момент времени, не более одной из реплик является лидером. Лидер отвечает за выбор фоновых слияний, которые следует произвести.

Замечу, что запись можно осуществлять на любую реплику (доступную и имеющую сессию в ZK), независимо от лидерства.

is\_READONLY: находится ли реплика в режиме "только для чтения"

Этот режим включается, если в конфиге нет секции с ZK; если при переинициализации сессии в ZK произошла неизвестная ошибка; во время переинициализации сессии с ZK.

is\_session\_expired: истекла ли сессия с ZK.

В основном, то же самое, что и is\_READONLY.

future\_parts: количество кусков с данными, которые появятся в результате INSERT-ов или слияний, которых ещё предстоит сделать

parts\_to\_check: количество кусков с данными в очереди на проверку

Кусок помещается в очередь на проверку, если есть подозрение, что он может быть битым.

zookeeper\_path: путь к данным таблицы в ZK

replica\_name: имя реплики в ZK; разные реплики одной таблицы имеют разное имя

replica\_path: путь к данным реплики в ZK. То же самое, что конкатенация zookeeper\_path/replicas/replica\_path.

columns\_version: номер версии структуры таблицы

Обозначает, сколько раз был сделан ALTER. Если на репликах разные версии, значит некоторые реплики сделали ещё не все ALTER-ы.

queue\_size: размер очереди действий, которых предстоит сделать

К действиям относятся вставки блоков данных, слияния, и некоторые другие действия.

Как правило, совпадает с future\_parts.

inserts\_in\_queue: количество вставок блоков данных, которых предстоит сделать

Обычно вставки должны быстро реплицироваться. Если величина большая - значит что-то не так.

merges\_in\_queue: количество слияний, которых предстоит сделать

Бывают длинные слияния - то есть, это значение может быть больше нуля продолжительное время.

Следующие 4 столбца имеют ненулевое значение только если активна сессия с ZK.

log\_max\_index: максимальный номер записи в общем логе действий

log\_pointer: максимальный номер записи из общего лога действий, которую реплика скопировала в свою очередь для выполнения, плюс единица

Если log\_pointer сильно меньше log\_max\_index, значит что-то не так.

total\_replicas: общее число известных реплик этой таблицы

active\_replicas: число реплик этой таблицы, имеющих сессию в ZK; то есть, число работающих реплик

Если запрашивать все столбцы, то таблица может работать слегка медленно, так как на каждую строчку делается несколько чтений из ZK. Если не запрашивать последние 4 столбца (log\_max\_index, log\_pointer, total\_replicas, active\_replicas), то таблица работает быстро.

Например, так можно проверить, что всё хорошо:

```

SELECT
    database,
    table,
    is_leader,
    is_READONLY,
    is_SESSION_EXPIRED,
    future_parts,
    parts_to_check,
    columns_version,
    queue_size,
    inserts_in_queue,
    merges_in_queue,
    log_max_index,
    log_pointer,
    total_replicas,
    active_replicas
FROM system.replicas
WHERE
    is_READONLY
    OR is_SESSION_EXPIRED
    OR future_parts > 20
    OR parts_to_check > 10
    OR queue_size > 20
    OR inserts_in_queue > 10
    OR log_max_index - log_pointer > 10
    OR total_replicas < 2
    OR active_replicas < total_replicas

```

Если этот запрос ничего не возвращает - значит всё хорошо.

## system.settings

Содержит информацию о настройках, используемых в данный момент. То есть, используемых для выполнения запроса, с помощью которого вы читаете из таблицы system.settings.

Столбцы:

```

name String - имя настройки
value String - значение настройки
changed UInt8 - была ли настройка явно задана в конфиге или изменена явным образом

```

Пример:

```

SELECT *
FROM system.settings
WHERE changed

```

name	value	changed
max_threads	8	1
use_uncompressed_cache	0	1
load_balancing	random	1
max_memory_usage	100000000000	1

## system.tables

Содержит метаданные каждой таблицы, о которой знает сервер. Отсоединённые таблицы не отображаются в system.tables .

Эта таблица содержит следующие столбцы (тип столбца показан в скобках):

- database String — имя базы данных, в которой находится таблица.

- `name` (`String`) — имя таблицы.
- `engine` (`String`) — движок таблицы (без параметров).
- `is_temporary` (`UInt8`) — флаг, указывающий на то, временная это таблица или нет.
- `data_path` (`String`) — путь к данным таблицы в файловой системе.
- `metadata_path` (`String`) — путь к табличным метаданным в файловой системе.
- `metadata_modification_time` (`DateTime`) — время последней модификации табличных метаданных.
- `dependencies_database` (`Array(String)`) — зависимости базы данных.
- `dependencies_table` (`Array(String)`) — табличные зависимости (таблицы [MaterializedView](#), созданные на базе текущей таблицы).
- `create_table_query` (`String`) — запрос, которым создавалась таблица.
- `engine_full` (`String`) — параметры табличного движка.
- `partition_key` (`String`) — ключパーティционирования таблицы.
- `sorting_key` (`String`) — ключ сортировки таблицы.
- `primary_key` (`String`) — первичный ключ таблицы.
- `sampling_key` (`String`) — ключ сэмплирования таблицы.

Таблица `system.tables` используется при выполнении запроса `SHOW TABLES`.

## `system.zookeeper`

Таблицы не существует, если ZooKeeper не сконфигурирован. Позволяет читать данные из ZooKeeper кластера, описанного в конфигурации. В запросе обязательно в секции `WHERE` должно присутствовать условие на равенство `path` — путь в ZooKeeper, для детей которого вы хотите получить данные.

Запрос `SELECT * FROM system.zookeeper WHERE path = '/clickhouse'` выведет данные по всем детям узла `/clickhouse`. Чтобы вывести данные по всем узлам в корне, напишите `path = '/'`. Если узла, указанного в `path` не существует, то будет брошено исключение.

Столбцы:

- `name String` — Имя узла.
- `path String` — Путь к узлу.
- `value String` — Значение узла.
- `dataLength Int32` — Размер значения.
- `numChildren Int32` — Количество детей.
- `czxid Int64` — Идентификатор транзакции, в которой узел был создан.
- `mzxid Int64` — Идентификатор транзакции, в которой узел был последний раз изменён.
- `pzxid Int64` — Идентификатор транзакции, последний раз удаливший или добавивший детей.
- `ctime DateTime` — Время создания узла.
- `mtime DateTime` — Время последней модификации узла.
- `version Int32` — Версия узла - количество раз, когда узел был изменён.
- `cversion Int32` — Количество добавлений или удалений детей.
- `aversion Int32` — Количество изменений ACL.
- `ephemeralOwner Int64` — Для эфемерных узлов - идентификатор сессии, которая владеет этим узлом.

Пример:

```
SELECT *
FROM system.zookeeper
WHERE path = '/clickhouse/tables/01-08/visits/replicas'
FORMAT Vertical
```

Row 1:

```
name: example01-08-1.yandex.ru
value:
czxid: 932998691229
mzxid: 932998691229
ctime: 2015-03-27 16:49:51
mtime: 2015-03-27 16:49:51
version: 0
cversion: 47
aversion: 0
ephemeralOwner: 0
dataLength: 0
numChildren: 7
pzxid: 987021031383
path: /clickhouse/tables/01-08/visits/replicas
```

Row 2:

```
name: example01-08-2.yandex.ru
value:
czxid: 933002738135
mzxid: 933002738135
ctime: 2015-03-27 16:57:01
mtime: 2015-03-27 16:57:01
version: 0
cversion: 37
aversion: 0
ephemeralOwner: 0
dataLength: 0
numChildren: 7
pzxid: 987021252247
path: /clickhouse/tables/01-08/visits/replicas
```

## system.mutations

Таблица содержит информацию о ходе выполнения [мутаций](#) MergeTree-таблиц. Каждой команде мутации соответствует одна строка. В таблице есть следующие столбцы:

database, table - имя БД и таблицы, к которой была применена мутация.

mutation\_id - ID запроса. Для реплицированных таблиц эти ID соответствуют именам записей в директории `<table_path_in_zookeeper>/mutations/` в ZooKeeper, для нереплицированных - именам файлов в директории с данными таблицы.

command - Команда мутации (часть запроса после `ALTER TABLE [db.]table` ).

create\_time - Время создания мутации.

block\_numbers.partition\_id, block\_numbers.number - Nested-столбец. Для мутаций реплицированных таблиц для каждой партиции содержит номер блока, полученный этой мутацией (в каждой партиции будут изменены только куски, содержащие блоки с номерами, меньшими номера, полученного мутацией в этой партиции). Для нереплицированных таблиц нумерация блоков сквозная по партициям, поэтому столбец содержит одну запись с единственным номером блока, полученным мутацией.

parts\_to\_do - Количество кусков таблицы, которые ещё предстоит изменить.

`is_done` - Завершена ли мутация. Замечание: даже если `parts_to_do = 0`, для реплицированной таблицы возможна ситуация, когда мутация ещё не завершена из-за долго выполняющейся вставки, которая добавляет данные, которые нужно будет мутировать.

Если во время мутации какого-либо куска возникли проблемы, заполняются следующие столбцы:

`latest_failed_part` - Имя последнего куска, мутация которого не удалась.

`latest_fail_time` — время последней ошибки мутации.

`latest_fail_reason` — причина последней ошибки мутации.

## system.disks

Содержит информацию о дисках, заданных в [конфигурации сервера](#).

Столбцы:

- `name` ([String](#)) — имя диска в конфигурации сервера.
- `path` ([String](#)) — путь к точке монтирования в файловой системе.
- `free_space` ([UInt64](#)) — свободное место на диске в байтах.
- `total_space` ([UInt64](#)) — объём диска в байтах.
- `keep_free_space` ([UInt64](#)) — место, которое должно остаться свободным на диске в байтах. Задаётся значением параметра `keep_free_space_bytes` конфигурации дисков.

## system.storage\_policies

Содержит информацию о политиках хранения и томах, заданных в [конфигурации сервера](#).

Столбцы:

- `policy_name` ([String](#)) — имя политики хранения.
- `volume_name` ([String](#)) — имя тома, который содержится в политике хранения.
- `volume_priority` ([UInt64](#)) — порядковый номер тома согласно конфигурации.
- `disks` ([Array\(String\)](#)) — имена дисков, содержащихся в политике хранения.
- `max_data_part_size` ([UInt64](#)) — максимальный размер куска данных, который может храниться на дисках тома (0 — без ограничений).
- `move_factor` ([Float64](#)) — доля свободного места, при превышении которой данные начинают перемещаться на следующий том.

Если политика хранения содержит несколько томов, то каждому тому соответствует отдельная запись в таблице.

## How To Test Your Hardware With ClickHouse

Draft.

With this instruction you can run basic ClickHouse performance test on any server without installation of ClickHouse packages.

1. Go to "commits" page: <https://github.com/ClickHouse/ClickHouse/commits/master>
2. Click on the first green check mark or red cross with green "ClickHouse Build Check" and click on the "Details" link near "ClickHouse Build Check".

3. Copy the link to "clickhouse" binary for amd64 or aarch64.

4. ssh to the server and download it with wget:

```
## For amd64:  
wget https://clickhouse-builds.s3.yandex.net/0/0ba767f5d2a929394ea3be193b1f79074a1c4bc/1578163263_binary/clickhouse  
## For aarch64:  
wget https://clickhouse-builds.s3.yandex.net/0/0ba767f5d2a929394ea3be193b1f79074a1c4bc/1578161264_binary/clickhouse  
## Then do:  
chmod a+x clickhouse
```

1. Download configs:

```
wget https://raw.githubusercontent.com/ClickHouse/ClickHouse/master/dbms/programs/server/config.xml  
wget https://raw.githubusercontent.com/ClickHouse/ClickHouse/master/dbms/programs/server/users.xml  
mkdir config.d  
wget https://raw.githubusercontent.com/ClickHouse/ClickHouse/master/dbms/programs/server/config.d/path.xml -O config.d/path.xml  
wget https://raw.githubusercontent.com/ClickHouse/ClickHouse/master/dbms/programs/server/config.d/log_to_console.xml -O config.d/log_to_console.xml
```

1. Download benchmark files:

```
wget https://raw.githubusercontent.com/ClickHouse/ClickHouse/master/dbms/benchmark/clickhouse/benchmark-new.sh  
chmod a+x benchmark-new.sh  
wget https://raw.githubusercontent.com/ClickHouse/ClickHouse/master/dbms/benchmark/clickhouse/queries.sql
```

1. Download test data: According to the instruction:

[https://clickhouse.yandex/docs/en/getting\\_started/example\\_datasets/metrica/](https://clickhouse.yandex/docs/en/getting_started/example_datasets/metrica/) ("hits" table containing 100 million rows)

```
wget https://clickhouse-datasets.s3.yandex.net/hits/partitions/hits_100m_obfuscated_v1.tar.xz  
tar xvf hits_100m_obfuscated_v1.tar.xz -C .  
mv hits_100m_obfuscated_v1/* .
```

1. Run the server:

```
./clickhouse server
```

1. Check the data: ssh to the server in another terminal

```
./clickhouse client --query "SELECT count() FROM hits_100m_obfuscated"  
1000000000
```

1. Edit the benchmark-new.sh, change "clickhouse-client" to "./clickhouse client" and add "--max\_memory\_usage 1000000000000" parameter.

```
mcedit benchmark-new.sh
```

1. Run the benchmark:

```
./benchmark-new.sh hits_100m_obfuscated
```

1. Send the numbers and the info about your hardware configuration to [clickhouse-feedback@yandex-team.com](mailto:clickhouse-feedback@yandex-team.com)

## Конфигурационные параметры сервера

Раздел содержит описания настроек сервера, которые не могут изменяться на уровне сессии или запроса.

Рассмотренные настройки хранятся в файле config.xml сервера ClickHouse.

Прочие настройки описаны в разделе "[Настройки](#)".

Перед изучением настроек ознакомьтесь с разделом [Конфигурационные файлы](#), обратите внимание на использование подстановок (атрибуты `incl` и `optional`).

## Конфигурационные параметры сервера

### `builtin_dictionaries_reload_interval`

Интервал (в секундах) перезагрузки встроенных словарей.

ClickHouse перезагружает встроенные словари с заданным интервалом. Это позволяет править словари "на лету" без перезапуска сервера.

Значение по умолчанию - 3600.

Пример

```
<builtin_dictionaries_reload_interval>3600</builtin_dictionaries_reload_interval>
```

### `compression`

Настройки компрессии данных.

#### Внимание

Лучше не использовать, если вы только начали работать с ClickHouse.

Общий вид конфигурации:

```
<compression>
  <case>
    <parameters/>
  </case>
  ...
</compression>
```

Можно сконфигурировать несколько разделов `<case>`.

Поля блока `<case>`:

- `min_part_size` - Минимальный размер части таблицы.
- `min_part_size_ratio` - Отношение размера минимальной части таблицы к полному размеру таблицы.
- `method` - Метод сжатия. Возможные значения: `lz4` , `zstd` (экспериментальный).

ClickHouse проверит условия `min_part_size` и `min_part_size_ratio` и выполнит те блоки `case` , для которых условия совпали. Если ни один `<case>` не подходит, то ClickHouse применит алгоритм сжатия `lz4` .

Пример

```
<compression incl="clickhouse_compression">
  <case>
    <min_part_size>10000000000</min_part_size>
    <min_part_size_ratio>0.01</min_part_size_ratio>
    <method>zstd</method>
  </case>
</compression>
```

## default\_database

База данных по умолчанию.

Перечень баз данных можно получить запросом [SHOW DATABASES](#).

Пример

```
<default_database>default</default_database>
```

## default\_profile

Профиль настроек по умолчанию.

Профили настроек находятся в файле, указанном в параметре `user_config`.

Пример

```
<default_profile>default</default_profile>
```

## dictionaries\_config

Путь к конфигурации внешних словарей.

Путь:

- Указывается абсолютным или относительно конфигурационного файла сервера.
- Может содержать wildcardы \* и ?.

Смотрите также "[Внешние словари](#)".

Пример

```
<dictionaries_config>*_dictionary.xml</dictionaries_config>
```

## dictionaries\_lazy\_load

Отложенная загрузка словарей.

Если `true`, то каждый словарь создаётся при первом использовании. Если словарь не удалось создать, то вызов функции, использующей словарь, сгенерирует исключение.

Если `false`, то все словари создаются при старте сервера, и в случае ошибки сервер завершает работу.

По умолчанию - `true`.

Пример

```
<dictionaries_lazy_load>true</dictionaries_lazy_load>
```

## format\_schema\_path

Путь к каталогу со схемами для входных данных. Например со схемами для формата[CapnProto](#).

### Пример

```
<!-- Directory containing schema files for various input formats. -->
<format_schema_path>format_schemas/</format_schema_path>
```

## graphite

Отправка данных в [Graphite](#).

Настройки:

- host - Сервер Graphite.
- port - Порт сервера Graphite.
- interval - Период отправки в секундах.
- timeout - Таймаут отправки данных в секундах.
- root\_path - Префикс для ключей.
- metrics - Отправка данных из таблицы [system.metrics](#).
- events - Отправка дельты данных, накопленной за промежуток времени из таблицы [system.events](#).
- events\_cumulative - Отправка суммарных данных из таблицы [system.events](#).
- asynchronous\_metrics - Отправка данных из таблицы [system.asynchronous\\_metrics](#).

Можно определить несколько секций `<graphite>`, например, для передачи различных данных с различной частотой.

### Пример

```
<graphite>
  <host>localhost</host>
  <port>42000</port>
  <timeout>0.1</timeout>
  <interval>60</interval>
  <root_path>one_min</root_path>
  <metrics>true</metrics>
  <events>true</events>
  <events_cumulative>false</events_cumulative>
  <asynchronous_metrics>true</asynchronous_metrics>
</graphite>
```

## graphite\_rollup

Настройка прореживания данных для Graphite.

Подробнее читайте в разделе [GraphiteMergeTree](#).

### Пример

```
<graphite_rollup_example>
<default>
  <function>max</function>
  <retention>
    <age>0</age>
    <precision>60</precision>
  </retention>
  <retention>
    <age>3600</age>
    <precision>300</precision>
  </retention>
  <retention>
    <age>86400</age>
    <precision>3600</precision>
  </retention>
</default>
</graphite_rollup_example>
```

## http\_port/https\_port

Порт для обращений к серверу по протоколу HTTP(s).

Если указан `https_port`, то требуется конфигурирование [openSSL](#).

Если указан `http_port`, то настройка openSSL игнорируется, даже если она задана.

Пример

```
<https>0000</https>
```

## http\_server\_default\_response

Страница, показываемая по умолчанию, при обращении к HTTP(s) серверу ClickHouse.

Пример

Показывает <https://tabix.io/> при обращении к `http://localhost:http_port`.

```
<http_server_default_response>
<![CDATA[<html ng-app="SMI2"><head><base href="http://ui.tabix.io/"></head><body><div ui-view="" class="content-ui"></div><script
src="http://loader.tabix.io/master.js"></script></body></html>]]>
</http_server_default_response>
```

## include\_from

Путь к файлу с подстановками.

Подробностисмотрите в разделе "[Конфигурационные файлы](#)".

Пример

```
<include_from>/etc/metrica.xml</include_from>
```

## interserver\_http\_port

Порт для обмена между серверами ClickHouse.

Пример

```
<interserver_http_port>9009</interserver_http_port>
```

## interserver\_http\_host

Имя хоста, которое могут использовать другие серверы для обращения к этому.

Если не указано, то определяется аналогично команде `hostname -f`.

Удобно использовать, чтобы отвязаться от конкретного сетевого интерфейса.

Пример

```
<interserver_http_host>example.yandex.ru</interserver_http_host>
```

## interserver\_http\_credentials

Имя пользователя и пароль, использующиеся для аутентификации при [репликации движками Replicated\\*](#). Это имя пользователя и пароль используются только для взаимодействия между репликами кластера и никак не связаны с аутентификацией клиентов ClickHouse. Сервер проверяет совпадение имени и пароля для соединяющихся с ним реплик, а также использует это же имя и пароль для соединения с другими репликами. Соответственно, эти имя и пароль должны быть прописаны одинаковыми для всех реплик кластера. По умолчанию аутентификация не используется.

Раздел содержит следующие параметры:

- `user` — имя пользователя.
- `password` — пароль.

Пример конфигурации

```
<interserver_http_credentials>
  <user>admin</user>
  <password>222</password>
</interserver_http_credentials>
```

## keep\_alive\_timeout

Время в секундах, в течение которого ClickHouse ожидает входящих запросов прежде, чем закрыть соединение.

Пример

```
<keep_alive_timeout>3</keep_alive_timeout>
```

## listen\_host

Ограничение по хостам, с которых может прийти запрос. Если необходимо, чтобы сервер отвечал всем, то надо указать `::`.

Примеры:

```
<listen_host>::1</listen_host>
<listen_host>127.0.0.1</listen_host>
```

## logger

## Настройки логирования.

Ключи:

- level - Уровень логирования. Допустимые значения: trace , debug , information , warning , error .
- log - Файл лога. Содержит все записи согласно level .
- errorlog - Файл лога ошибок.
- size - Размер файла. Действует для log и errorlog . Как только файл достиг размера size , ClickHouse архивирует и переименовывает его, а на его месте создает новый файл лога.
- count - Количество заархивированных файлов логов, которые сохраняет ClickHouse.

Пример

```
<logger>
  <level>trace</level>
  <log>/var/log/clickhouse-server/clickhouse-server.log</log>
  <errorlog>/var/log/clickhouse-server/clickhouse-server.err.log</errorlog>
  <size>1000M</size>
  <count>10</count>
</logger>
```

Также, существует поддержка записи в syslog. Пример конфига:

```
<logger>
  <use_syslog>1</use_syslog>
  <syslog>
    <address>syslog.remote:10514</address>
    <hostname>myhost.local</hostname>
    <facility>LOG_LOCAL6</facility>
    <format>syslog</format>
  </syslog>
</logger>
```

Ключи: - use\_syslog - обязательная настройка, если требуется запись в syslog - address - хост[:порт] демона syslogd. Если не указан, используется локальный - hostname - опционально, имя хоста, с которого отсылаются логи - facility - категория syslog , записанная в верхнем регистре, с префиксом "LOG\_":( LOG\_USER , LOG\_DAEMON , LOG\_LOCAL3 и прочие). Значения по умолчанию: при указанном address - LOG\_USER , иначе - LOG\_DAEMON - format - формат сообщений. Возможные значения - bsd и syslog

## macros

Подстановки параметров реплицируемых таблиц.

Можно не указывать, если реплицируемых таблицы не используются.

Подробнее смотрите в разделе "[Создание реплицируемых таблиц](#)".

Пример

```
<macros incl="macros" optional="true" />
```

## mark\_cache\_size

Приблизительный размер (в байтах) кэша засечек, используемых движками таблиц семейства [MergeTree](#).

Кэш общий для сервера, память выделяется по мере необходимости.

Пример

```
<mark_cache_size>5368709120</mark_cache_size>
```

## max\_concurrent\_queries

Максимальное количество одновременно обрабатываемых запросов.

Пример

```
<max_concurrent_queries>100</max_concurrent_queries>
```

## max\_connections

Максимальное количество входящих соединений.

Пример

```
<max_connections>4096</max_connections>
```

## max\_open\_files

Максимальное количество открытых файлов.

По умолчанию - `maximum`.

Рекомендуется использовать в Mac OS X, поскольку функция `getrlimit()` возвращает некорректное значение.

Пример

```
<max_open_files>262144</max_open_files>
```

## max\_table\_size\_to\_drop

Ограничение на удаление таблиц.

Если размер таблицы семейства [MergeTree](#) превышает `max_table_size_to_drop` (в байтах), то ее нельзя удалить запросом `DROP`.

Если таблицу все же необходимо удалить, не перезапуская при этом сервер ClickHouse, то необходимо создать файл `<clickhouse-path>/flags/force_drop_table` и выполнить запрос `DROP`.

Значение по умолчанию - 50GB.

Значение 0 означает, что можно удалять все таблицы без ограничений.

Пример

```
<max_table_size_to_drop>0</max_table_size_to_drop>
```

## merge\_tree

Тонкая настройка таблиц семейства [MergeTree](#).

Подробнее смотрите в заголовочном файле `MergeTreeSettings.h`.

## Пример

```
<merge_tree>
  <max_suspicious_broken_parts>5</max_suspicious_broken_parts>
</merge_tree>
```

## openSSL

Настройки клиента/сервера SSL.

Поддержку SSL обеспечивает библиотека `libpoco`. Описание интерфейса находится в файле [SSLManager.h](#)

Ключи настроек сервера/клиента:

- `privateKeyFile` - Путь к файлу с секретным ключом сертификата в формате PEM. Файл может содержать ключ и сертификат одновременно.
- `certificateFile` - Путь к файлу сертификата клиента/сервера в формате PEM. Можно не указывать, если `privateKeyFile` содержит сертификат.
- `caConfig` - Путь к файлу или каталогу, которые содержат доверенные корневые сертификаты.
- `verificationMode` - Способ проверки сертификатов узла. Подробности находятся в описании класса [Context](#). Допустимые значения: `none` , `relaxed` , `strict` , `once` .
- `verificationDepth` - Максимальная длина верификационной цепи. Верификация завершится ошибкой, если длина цепи сертификатов превысит установленное значение.
- `loadDefaultCAFile` - Признак того, что будут использоваться встроенные CA-сертификаты для OpenSSL. Допустимые значения: `true` , `false` . |
- `cipherList` - Поддерживаемые OpenSSL-шифры. Например, `ALL:!ADH:!LOW:!EXP:!MD5:@STRENGTH` .
- `cacheSessions` - Включение/выключение кеширования сессии. Использовать обязательно вместе с `sessionIdContext` . Допустимые значения: `true` , `false` .
- `sessionIdContext` - Уникальный набор произвольных символов, которые сервер добавляет к каждому сгенерированному идентификатору. Длина строки не должна превышать `SSL_MAX_SSL_SESSION_ID_LENGTH` . Рекомендуется к использованию всегда, поскольку позволяет избежать проблем как в случае, если сервер кеширует сессию, так и если клиент затребовал кеширование. По умолчанию  `${application.name}` .
- `sessionCacheSize` - Максимальное количество сессий, которые кэширует сервер. По умолчанию - `1024*20` . 0 - неограниченное количество сессий.
- `sessionTimeout` - Время кеширования сессии на сервере.
- `extendedVerification` - Автоматическая расширенная проверка сертификатов после завершении сессии. Допустимые значения: `true` , `false` .
- `requireTLSv1` - Требование соединения TLSv1. Допустимые значения: `true` , `false` .
- `requireTLSv1_1` - Требование соединения TLSv1.1. Допустимые значения: `true` , `false` .
- `requireTLSv1_2` - Требование соединения TLSv1.2. Допустимые значения: `true` , `false` .
- `fips` - Активация режима OpenSSL FIPS. Поддерживается, если версия OpenSSL, с которой собрана библиотека поддерживает fips.
- `privateKeyPassphraseHandler` - Класс (подкласс `PrivateKeyPassphraseHandler`) запрашивающий кодовую фразу доступа к секретному ключу. Например, `<privateKeyPassphraseHandler> , <name>KeyFileHandler</name> , <options><password>test</password></options> , </privateKeyPassphraseHandler>` .
- `invalidCertificateHandler` - Класс (подкласс `CertificateHandler`) для подтверждения не валидных сертификатов. Например, `<invalidCertificateHandler> <name>ConsoleCertificateHandler</name> </invalidCertificateHandler>` .

- disableProtocols - Запрещенные к использованию протоколы.
- preferServerCiphers - Предпочтение серверных шифров на клиенте.

Пример настройки:

```
<openSSL>
  <server>
    <!-- openssl req -subj "/CN=localhost" -new -newkey rsa:2048 -days 365 -nodes -x509 -keyout /etc/clickhouse-server/server.key -out /etc/clickhouse-server/server.crt -->
    <certificateFile>/etc/clickhouse-server/server.crt</certificateFile>
    <privateKeyFile>/etc/clickhouse-server/server.key</privateKeyFile>
    <!-- openssl dhparam -out /etc/clickhouse-server/dhparam.pem 4096 -->
    <dhParamsFile>/etc/clickhouse-server/dhparam.pem</dhParamsFile>
    <verificationMode>none</verificationMode>
    <loadDefaultCAFile>true</loadDefaultCAFile>
    <cacheSessions>true</cacheSessions>
    <disableProtocols>sslv2,sslv3</disableProtocols>
    <preferServerCiphers>true</preferServerCiphers>
  </server>
  <client>
    <loadDefaultCAFile>true</loadDefaultCAFile>
    <cacheSessions>true</cacheSessions>
    <disableProtocols>sslv2,sslv3</disableProtocols>
    <preferServerCiphers>true</preferServerCiphers>
    <!-- Use for self-signed: <verificationMode>none</verificationMode> -->
    <invalidCertificateHandler>
      <!-- Use for self-signed: <name>AcceptCertificateHandler</name> -->
      <name>RejectCertificateHandler</name>
    </invalidCertificateHandler>
  </client>
</openSSL>
```

## part\_log

Логирование событий, связанных с данными типа [MergeTree](#). Например, события добавления или мержа данных. Лог можно использовать для симуляции алгоритмов слияния, чтобы сравнивать их характеристики. Также, можно визуализировать процесс слияния.

Запросы логируются не в отдельный файл, а в таблицу [system.part\\_log](#). Вы можете изменить название этой таблицы в параметре `table` (см. ниже).

При настройке логирования используются следующие параметры:

- `database` — имя базы данных;
- `table` — имя таблицы;
- `partition_by` — устанавливает [произвольный ключ партиционирования](#);
- `flush_interval_milliseconds` — период сброса данных из буфера в памяти в таблицу.

Пример

```
<part_log>
  <database>system</database>
  <table>part_log</table>
  <partition_by>toMonday(event_date)</partition_by>
  <flush_interval_milliseconds>7500</flush_interval_milliseconds>
</part_log>
```

## path

Путь к каталогу с данными.

## Обратите внимание

Завершающий слеш обязателен.

### Пример

```
<path>/var/lib/clickhouse/</path>
```

## query\_log

Настройка логирования запросов, принятых с настройкой `log_queries=1`.

Запросы логируются не в отдельный файл, а в системную таблицу `system.query_log`. Вы можете изменить название этой таблицы в параметре `table` (см. ниже).

При настройке логирования используются следующие параметры:

- `database` — имя базы данных;
- `table` — имя таблицы, куда будет записываться лог;
- `partition_by` — [произвольный ключ партиционирования](#) для таблицы с логами;
- `flush_interval_milliseconds` — период сброса данных из буфера в памяти в таблицу.

Если таблица не существует, то ClickHouse создаст её. Если структура журнала запросов изменилась при обновлении сервера ClickHouse, то таблица со старой структурой переименовывается, а новая таблица создается автоматически.

### Пример

```
<query_log>
  <database>system</database>
  <table>query_log</table>
  <partition_by>toMonday(event_date)</partition_by>
  <flush_interval_milliseconds>7500</flush_interval_milliseconds>
</query_log>
```

## query\_thread\_log

Настройка логирования потоков выполнения запросов, принятых с настройкой `log_query_threads=1`.

Запросы логируются не в отдельный файл, а в системную таблицу `system.query_thread_log`. Вы можете изменить название этой таблицы в параметре `table` (см. ниже).

При настройке логирования используются следующие параметры:

- `database` — имя базы данных;
- `table` — имя таблицы, куда будет записываться лог;
- `partition_by` — [произвольный ключ партиционирования](#) для таблицы с логами;
- `flush_interval_milliseconds` — период сброса данных из буфера в памяти в таблицу.

Если таблица не существует, то ClickHouse создаст её. Если структура журнала запросов изменилась при обновлении сервера ClickHouse, то таблица со старой структурой переименовывается, а новая таблица создается автоматически.

### Пример

```
<query_thread_log>
<database>system</database>
<table>query_thread_log</table>
<partition_by>toMonday(event_date)</partition_by>
<flush_interval_milliseconds>7500</flush_interval_milliseconds>
</query_thread_log>
```

## remote\_servers

Конфигурация кластеров, которые использует движок таблиц [Distributed](#) и табличная функция `cluster`.

Пример

```
<remote_servers incl="clickhouse_remote_servers" />
```

Значение атрибута `incl` смотрите в разделе "[Конфигурационные файлы](#)".

Смотрите также

- [skip\\_unavailable\\_shards](#)

## timezone

Временная зона сервера.

Указывается идентификатором IANA в виде часового пояса UTC или географического положения (например, Africa/Abidjan).

Временная зона необходима при преобразованиях между форматами String и DateTime, которые возникают при выводе полей DateTime в текстовый формат (на экран или в файл) и при получении DateTime из строки. Также, временная зона используется в функциях, которые работают со временем и датой, если они не получили временную зону в параметрах вызова.

Пример

```
<timezone>Europe/Moscow</timezone>
```

## tcp\_port

Порт для взаимодействия с клиентами по протоколу TCP.

Пример

```
<tcp_port>9000</tcp_port>
```

## tcp\_port\_secure

TCP порт для защищённого обмена данными с клиентами. Используйте с настройкой [OpenSSL](#).

Возможные значения

Положительное целое число.

Значение по умолчанию

```
<tcp_port_secure>9440</tcp_port_secure>
```

## tmp\_path

Путь ко времененным данным для обработки больших запросов.

### Обратите внимание

Завершающий слеш обязателен.

Пример

```
<tmp_path>/var/lib/clickhouse/tmp/</tmp_path>
```

## uncompressed\_cache\_size

Размер кеша (в байтах) для несжатых данных, используемых движками таблиц семейства [MergeTree](#).

Кеш единый для сервера. Память выделяется по требованию. Кеш используется в том случае, если включена опция [use\\_uncompressed\\_cache](#).

Несжатый кеш выгодно использовать для очень коротких запросов в отдельных случаях.

Пример

```
<uncompressed_cache_size>8589934592</uncompressed_cache_size>
```

## user\_files\_path

Каталог с пользовательскими файлами. Используется в табличной функции [file\(\)](#).

Пример

```
<user_files_path>/var/lib/clickhouse/user_files/</user_files_path>
```

## users\_config

Путь к файлу, который содержит:

- Конфигурации пользователей.
- Права доступа.
- Профили настроек.
- Настройки квот.

Пример

```
<users_config>users.xml</users_config>
```

## zookeeper

Содержит параметры, позволяющие ClickHouse взаимодействовать с кластером [ZooKeeper](#).

ClickHouse использует ZooKeeper для хранения метаданных о репликах при использовании реплицированных таблиц. Если реплицированные таблицы не используются, этот раздел параметров может отсутствовать.

Раздел содержит следующие параметры:

- `node` — адрес ноды (сервера) ZooKeeper. Можно сконфигурировать несколько нод.

Например:

```
<node index="1">
  <host>example_host</host>
  <port>2181</port>
</node>
```

Атрибут `index` задает порядок опроса нод при попытках подключиться к кластеру ZooKeeper.

- `session_timeout` — максимальный таймаут клиентской сессии в миллисекундах.
- `root` — [znode](#), который используется как корневой для всех znode, которые использует сервер ClickHouse. Необязательный.
- `identity` — пользователь и пароль, которые может потребовать ZooKeeper для доступа к запрошенным znode. Необязательный.

Пример конфигурации

```
<zookeeper>
  <node>
    <host>example1</host>
    <port>2181</port>
  </node>
  <node>
    <host>example2</host>
    <port>2181</port>
  </node>
  <session_timeout_ms>30000</session_timeout_ms>
  <!-- Optional. Chroot suffix. Should exist. -->
  <root>/path/to/zookeeper/node</root>
  <!-- Optional. Zookeeper digest ACL string. -->
  <identity>user:password</identity>
</zookeeper>
```

Смотрите также

- [Репликация](#)
- [ZooKeeper Programmer's Guide](#)

## use\_minimalistic\_part\_header\_in\_zookeeper

Способ хранения заголовков кусков данных в ZooKeeper.

Параметр применяется только к семейству таблиц MergeTree . Его можно установить:

- Глобально в разделе `merge_tree` файла `config.xml` .

ClickHouse использует этот параметр для всех таблиц на сервере. Вы можете изменить настройку в любое время. Существующие таблицы изменяют свое поведение при изменении параметра.

- Для каждой отдельной таблицы.

При создании таблицы укажите соответствующую [настройку движка](#). Поведение существующей таблицы с установленным параметром не изменяется даже при изменении глобального параметра.

Возможные значения

- 0 — функциональность выключена.

- 1 — функциональность включена.

Если `use_minimalistic_part_header_in_zookeeper = 1`, то [реплицированные](#) таблицы хранят заголовки кусков данных в компактном виде, используя только одну `znode`. Если таблица содержит много столбцов, этот метод хранения значительно уменьшает объем данных, хранящихся в Zookeeper.

#### Внимание

После того как вы установили `use_minimalistic_part_header_in_zookeeper = 1`, невозможно откатить ClickHouse до версии, которая не поддерживает этот параметр. Будьте осторожны при обновлении ClickHouse на серверах в кластере. Не обновляйте все серверы сразу. Безопаснее проверять новые версии ClickHouse в тестовой среде или только на некоторых серверах кластера.

Заголовки частей данных, ранее сохранённые с этим параметром, не могут быть восстановлены в их предыдущем (некомпактном) представлении.

Значение по умолчанию: 0.

### disable\_internal\_dns\_cache

Отключает внутренний кеш DNS записей. Используется при эксплуатации ClickHouse в системах с часто меняющейся инфраструктурой, таких как Kubernetes.

Значение по умолчанию: 0.

### dns\_cache\_update\_period

Период обновления IP адресов у записей во внутреннем DNS кеше ClickHouse (в секундах). Обновление выполняется асинхронно, отдельным системным потоком.

Значение по умолчанию: 15.

## Настройки

Все настройки, описанные ниже, могут быть заданы несколькими способами. Настройки задаются послойно, т.е. каждый следующий слой перезаписывает предыдущие настройки.

Способы задания настроек, упорядоченные по приоритету:

- Настройки в конфигурационном файле сервера `users.xml`.

Устанавливаются в элементе `<profiles>`.

- Настройки для сессии.

Из консольного клиента ClickHouse в интерактивном режиме отправьте запрос `SET setting=value`. Аналогично можно использовать ClickHouse-сессии в HTTP-протоколе, для этого необходимо указывать HTTP-параметр `session_id`.

- Настройки для запроса.

• При запуске консольного клиента ClickHouse в не интерактивном режиме установите параметр запуска `--setting=value`.

• При использовании HTTP API передавайте cgi-параметры (`URL?setting_1=value&setting_2=value...`).

Настройки, которые можно задать только в конфигурационном файле сервера, в разделе не рассматриваются.

## Разрешения для запросов

Запросы в ClickHouse можно разделить на несколько типов:

1. Запросы на чтение данных: `SELECT` , `SHOW` , `DESCRIBE` , `EXISTS` .
2. Запросы за запись данных: `INSERT` , `OPTIMIZE` .
3. Запросы на изменение настроек: `SET` , `USE` .
4. [Запросы DDL](#): `CREATE` , `ALTER` , `RENAME` , `ATTACH` , `DETACH` , `DROP` , `TRUNCATE` .
5. `KILL QUERY` .

Разрешения пользователя по типу запроса регулируются параметрами:

- [readonly](#) — ограничивает разрешения для всех типов запросов, кроме DDL.
- [allow\\_ddl](#) — ограничивает разрешения для DDL запросов.

`KILL QUERY` выполняется с любыми настройками.

## `readonly`

Ограничивает разрешения для запросов на чтение данных, запись данных и изменение параметров.

Разделение запросов по типам смотрите по тексту [выше](#) по тексту.

Возможные значения

- 0 — разрешены все запросы.
- 1 — разрешены только запросы на чтение данных.
- 2 — разрешены запросы на чтение данных и изменение настроек.

После установки `readonly = 1` пользователь не может изменить настройки `readonly` и `allow_ddl` в текущей сессии.

При использовании метода `GET` в [HTTP интерфейсе](#), `readonly = 1` устанавливается автоматически. Для изменения данных используйте метод `POST`.

Установка `readonly = 1` запрещает изменение всех настроек. Существует способ запретить изменения только некоторых настроек, см. [ограничения на изменение настроек](#).

Значение по умолчанию

0

## `allow_ddl`

Разрешает/запрещает [DDL](#) запросы.

Разделение запросов по типам смотрите по тексту [выше](#) по тексту.

Возможные значения

- 0 — DDL запросы не разрешены.
- 1 — DDL запросы разрешены.

Если `allow_ddl = 0` , то невозможно выполнить `SET allow_ddl = 1` для текущей сессии.

Значение по умолчанию

1

## Ограничения на сложность запроса

Ограничения на сложность запроса - часть настроек. Используются, чтобы обеспечить более безопасное исполнение запросов из пользовательского интерфейса. Почти все ограничения действуют только на SELECT-ы. При распределённой обработке запроса, ограничения действуют на каждом сервере по отдельности.

Ограничения проверяются на каждый блок обработанных данных, а не на каждую строку. В связи с этим, ограничения могут быть превышены на размер блока.

Ограничения вида "максимальное количество чего-нибудь" могут принимать значение 0, которое обозначает "не ограничено". Для большинства ограничений также присутствует настройка вида `overflow_mode` - что делать, когда ограничение превышено. Оно может принимать одно из двух значений: `throw` или `break`; а для ограничения на агрегацию (`group_by_overflow_mode`) есть ещё значение `any`.

`throw` - кинуть исключение (по умолчанию).

`break` - прервать выполнение запроса и вернуть неполный результат, как будто исходные данные закончились.

`any` (только для `group_by_overflow_mode`) - продолжить агрегацию по ключам, которые успели войти в набор, но не добавлять новые ключи в набор.

### `max_memory_usage`

Максимальный возможный объем оперативной памяти для выполнения запроса на одном сервере.

В конфигурационном файле по умолчанию, ограничение равно 10 ГБ.

Настройка не учитывает объём свободной памяти или общий объём памяти на машине. Ограничение действует на один запрос, в пределах одного сервера. Текущее потребление памяти для каждого запроса можно посмотреть с помощью `SHOW PROCESSLIST`. Также отслеживается и выводится в лог пиковое потребление памяти для каждого запроса.

Потребление памяти не отслеживается для состояний некоторых агрегатных функций.

Потребление памяти не полностью учитывается для состояний агрегатных функций `min`, `max`, `any`, `anyLast`, `argMin`, `argMax` от аргументов `String` и `Array`.

Потребление памяти ограничивается также параметрами `max_memory_usage_for_user` и `max_memory_usage_for_all_queries`.

### `max_memory_usage_for_user`

Максимальный возможный объем оперативной памяти для запросов пользователя на одном сервере.

Значения по умолчанию определены в файле [Settings.h](#). По умолчанию размер не ограничен (`max_memory_usage_for_user = 0`).

Смотрите также описание настройки [max\\_memory\\_usage](#).

### `max_memory_usage_for_all_queries`

Максимальный возможный объем оперативной памяти для всех запросов на одном сервере.

Значения по умолчанию определены в файле [Settings.h](#). По умолчанию размер не ограничен (`max_memory_usage_for_all_queries = 0`).

Смотрите также описание настройки [max\\_memory\\_usage](#).

## max\_rows\_to\_read

Следующие ограничения могут проверяться на каждый блок (а не на каждую строку). То есть, ограничения могут быть немного нарушены. При выполнении запроса в несколько потоков, следующие ограничения действуют в каждом потоке по отдельности.

Максимальное количество строчек, которое можно прочитать из таблицы при выполнении запроса.

## max\_bytes\_to\_read

Максимальное количество байт (несжатых данных), которое можно прочитать из таблицы при выполнении запроса.

## read\_overflow\_mode

Что делать, когда количество прочитанных данных превысило одно из ограничений: `throw` или `break`. По умолчанию: `throw`.

## max\_rows\_to\_group\_by

Максимальное количество уникальных ключей, получаемых в процессе агрегации. Позволяет ограничить потребление оперативки при агрегации.

## group\_by\_overflow\_mode

Что делать, когда количество уникальных ключей при агрегации превысило ограничение: `throw`, `break` или `any`. По умолчанию: `throw`. Использование значения `any` позволяет выполнить `GROUP BY` приближённо. Качество такого приближённого вычисления сильно зависит от статистических свойств данных.

## max\_bytes\_before\_external\_group\_by

Включает или отключает выполнение секций `GROUP BY` во внешней памяти. Смотрите [GROUP BY во внешней памяти](#).

Возможные значения:

- Максимальный объем RAM (в байтах), который может использовать отдельная операция `GROUP BY`.
- 0 — `GROUP BY` во внешней памяти отключен.

Значение по умолчанию — 0.

## max\_rows\_to\_sort

Максимальное количество строк до сортировки. Позволяет ограничить потребление оперативки при сортировке.

## max\_bytes\_to\_sort

Максимальное количество байт до сортировки.

## sort\_overflow\_mode

Что делать, если количество строк, полученное перед сортировкой, превысило одно из ограничений: throw или break. По умолчанию: throw.

### max\_result\_rows

Ограничение на количество строк результата. Проверяются также для подзапросов и на удалённых серверах при выполнении части распределённого запроса.

### max\_result\_bytes

Ограничение на количество байт результата. Аналогично.

### result\_overflow\_mode

Что делать, если объём результата превысил одно из ограничений: throw или break. По умолчанию: throw. Использование break по смыслу похоже на LIMIT.

### max\_execution\_time

Максимальное время выполнения запроса в секундах. На данный момент не проверяется при одной из стадий сортировки а также при слиянии и финализации агрегатных функций.

### timeout\_overflow\_mode

Что делать, если запрос выполняется дольше max\_execution\_time: throw или break. По умолчанию: throw.

### min\_execution\_speed

Минимальная скорость выполнения запроса в строчках в секунду. Проверяется на каждый блок данных по истечении timeout\_before\_checking\_execution\_speed. Если скорость выполнения запроса оказывается меньше, то кидается исключение.

### min\_execution\_speed\_bytes

Минимальная скорость выполнения запроса в строках на байт. Он проверяется для каждого блока данных после timeout\_before\_checking\_execution\_speed. Если скорость выполнения запроса меньше, исключение.

### max\_execution\_speed

Максимальная скорость выполнения запроса в строчках в секунду. Он проверяется для каждого блока данных после timeout\_before\_checking\_execution\_speed. Если скорость выполнения запроса выше, скорость будет снижена.

### max\_execution\_speed\_bytes

Максимальная скорость выполнения запроса в байтах в секунду. Он проверяется для каждого блока данных после timeout\_before\_checking\_execution\_speed. Если скорость выполнения запроса выше, скорость будет снижена.

### timeout\_before\_checking\_execution\_speed

Проверять, что скорость выполнения запроса не слишком низкая (не меньше min\_execution\_speed), после

прожествия указанного времени в секундах.

### `max_columns_to_read`

Максимальное количество столбцов, которых можно читать из таблицы в одном запросе. Если запрос требует чтения большего количества столбцов - кидается исключение.

### `max_temporary_columns`

Максимальное количество временных столбцов, которых необходимо одновременно держать в оперативке, в процессе выполнения запроса, включая константные столбцы. Если временных столбцов оказалось больше - кидается исключение.

### `max_temporary_non_const_columns`

То же самое, что и `max_temporary_columns`, но без учёта столбцов-констант. Стоит заметить, что столбцы-константы довольно часто образуются в процессе выполнения запроса, но расходуют примерно нулевое количество вычислительных ресурсов.

### `max_subquery_depth`

Максимальная вложенность подзапросов. Если подзапросы более глубокие - кидается исключение. По умолчанию: 100.

### `max_pipeline_depth`

Максимальная глубина конвейера выполнения запроса. Соответствует количеству преобразований, которое проходит каждый блок данных в процессе выполнения запроса. Считается в пределах одного сервера. Если глубина конвейера больше - кидается исключение. По умолчанию: 1000.

### `max_ast_depth`

Максимальная вложенность синтаксического дерева запроса. Если превышена - кидается исключение. На данный момент, проверяются не во время парсинга а уже после парсинга запроса. То есть, во время парсинга может быть создано слишком глубокое синтаксическое дерево, но запрос не будет выполнен. По умолчанию: 1000.

### `max_ast_elements`

Максимальное количество элементов синтаксического дерева запроса. Если превышено - кидается исключение. Аналогично, проверяется уже после парсинга запроса. По умолчанию: 50 000.

### `max_rows_in_set`

Максимальное количество строчек для множества в секции `IN`, создаваемого из подзапроса.

### `max_bytes_in_set`

Максимальное количество байт (ненесжатых данных), занимаемое множеством в секции `IN`, создаваемым из подзапроса.

### `set_overflow_mode`

Что делать, когда количество данных превысило одно из ограничений: throw или break. По умолчанию: throw.

### max\_rows\_in\_distinct

Максимальное количество различных строчек при использовании DISTINCT.

### max\_bytes\_in\_distinct

Максимальное количество байт, занимаемых хэш-таблицей, при использовании DISTINCT.

### distinct\_overflow\_mode

Что делать, когда количество данных превысило одно из ограничений: throw или break. По умолчанию: throw.

### max\_rows\_to\_transfer

Максимальное количество строчек, которых можно передать на удалённый сервер или сохранить во временную таблицу, при использовании GLOBAL IN.

### max\_bytes\_to\_transfer

Максимальное количество байт (несжатых данных), которых можно передать на удалённый сервер или сохранить во временную таблицу, при использовании GLOBAL IN.

### transfer\_overflow\_mode

Что делать, когда количество данных превысило одно из ограничений: throw или break. По умолчанию: throw.

### max\_rows\_in\_join

Ограничивает количество строк в хэш-таблице, используемой при соединении таблиц.

Параметр применяется к операциям [SELECT... JOIN](#) и к движку таблиц [Join](#).

Если запрос содержит несколько `JOIN`, то ClickHouse проверяет значение настройки для каждого промежуточного результата.

При достижении предела ClickHouse может выполнять различные действия. Используйте настройку [join\\_overflow\\_mode](#) для выбора действия.

Возможные значения:

- Положительное целое число.
- 0 — неограниченное количество строк.

Значение по умолчанию — 0.

### max\_bytes\_in\_join

Ограничивает размер (в байтах) хэш-таблицы, используемой при объединении таблиц.

Параметр применяется к операциям [SELECT... JOIN](#) и к движку таблиц [Join](#).

Если запрос содержит несколько `JOIN`, то ClickHouse проверяет значение настройки для каждого промежуточного результата.

При достижении предела ClickHouse может выполнять различные действия. Используйте настройку `join_overflow_mode` для выбора действия.

Возможные значения:

- Положительное целое число.
- 0 — контроль памяти отключен.

Значение по умолчанию — 0.

## `join_overflow_mode`

Определяет, какое действие ClickHouse выполняет при достижении любого из следующих ограничений для `JOIN`:

- `max_bytes_in_join`
- `max_rows_in_join`

Возможные значения:

- `THROW` — ClickHouse генерирует исключение и прерывает операцию.
- `BREAK` — ClickHouse прерывает операцию, но не генерирует исключение.

Значение по умолчанию — `THROW`.

Смотрите также

- [Секция JOIN](#)
- [Движок таблиц Join](#)

## `max_partitions_per_insert_block`

Ограничивает максимальное количество партиций в одном вставленном блоке.

- Положительное целое число.
- 0 — неограниченное количество разделов.

Значение по умолчанию: 100.

Подробности

При вставке данных, ClickHouse вычисляет количество партиций во вставленном блоке. Если число партиций больше, чем `max_partitions_per_insert_block`, ClickHouse генерирует исключение со следующим текстом:

"Too many partitions for single INSERT block (more than " + toString(max\_parts) + "). The limit is controlled by 'max\_partitions\_per\_insert\_block' setting. Large number of partitions is a common misconception. It will lead to severe negative performance impact, including slow server startup, slow INSERT queries and slow SELECT queries. Recommended total number of partitions for a table is under 1000..10000. Please note, that partitioning is not intended to speed up SELECT queries (ORDER BY key is sufficient to make range queries fast). Partitions are intended for data manipulation (DROP PARTITION, etc)."

# Настройки

## `distributed_product_mode`

Изменяет поведение [распределенных подзапросов](#).

ClickHouse применяет настройку в тех случаях, когда запрос содержит произведение распределённых таблиц, т.е. когда запрос к распределенной таблице содержит не-GLOBAL подзапрос к также распределенной таблице.

Условия применения:

- Только подзапросы для IN, JOIN.
- Только если в секции FROM используется распределённая таблица, содержащая более одного шарда.
- Если подзапрос касается распределенной таблицы, содержащей более одного шарда.
- Не используется в случае табличной функции `remote`.

Возможные значения:

- `deny` — значение по умолчанию. Запрещает использование таких подзапросов (При попытке использование вернет исключение "Double-distributed IN/JOIN subqueries is denied");
- `local` — заменяет базу данных и таблицу в подзапросе на локальные для конечного сервера (шарда), оставив обычный IN / JOIN.
- `global` — заменяет запрос IN / JOIN на GLOBAL IN / GLOBAL JOIN.
- `allow` — разрешает использование таких подзапросов.

## `enable_optimize_predicate_expression`

Включает прорасывание предикатов в подзапросы для запросов SELECT .

Прорасывание предикатов может существенно уменьшить сетевой трафик для распределенных запросов.

Возможные значения:

- 0 — выключена.
- 1 — включена.

Значение по умолчанию — 1.

Использование

Рассмотрим следующие запросы:

1. `SELECT count() FROM test_table WHERE date = '2018-10-10'`
2. `SELECT count() FROM (SELECT * FROM test_table) WHERE date = '2018-10-10'`

Если `enable_optimize_predicate_expression = 1` , то время выполнения запросов одинаковое, так как ClickHouse применяет WHERE к подзапросу сразу при его обработке.

Если `enable_optimize_predicate_expression = 0` , то время выполнения второго запроса намного больше, потому что секция WHERE применяется к данным уже после завершения подзапроса.

## `fallback_to_stale_replicas_for_distributed_queries`

Форсирует запрос в устаревшую реплику в случае, если актуальные данные недоступны. Смотрите "[Репликация](#)".

Из устаревших реплик таблицы ClickHouse выбирает наиболее актуальную.

Используется при выполнении `SELECT` из распределенной таблицы, которая указывает на реплицированные таблицы.

По умолчанию - 1 (включена).

## force\_index\_by\_date

Запрещает выполнение запросов, если использовать индекс по дате невозможно.

Работает с таблицами семейства MergeTree.

При `force_index_by_date=1` ClickHouse проверяет, есть ли в запросе условие на ключ даты, которое может использоваться для отсечения диапазонов данных. Если подходящего условия нет - кидается исключение. При этом не проверяется, действительно ли условие уменьшает объём данных для чтения. Например, условие `Date != '2000-01-01'` подходит даже в том случае, когда соответствует всем данным в таблице (т.е. для выполнения запроса требуется full scan). Подробнее про диапазоны данных в таблицах MergeTree читайте в разделе "[MergeTree](#)".

## force\_primary\_key

Запрещает выполнение запросов, если использовать индекс по первичному ключу невозможно.

Работает с таблицами семейства MergeTree.

При `force_primary_key=1` ClickHouse проверяет, есть ли в запросе условие на первичный ключ, которое может использоваться для отсечения диапазонов данных. Если подходящего условия нет - кидается исключение. При этом не проверяется, действительно ли условие уменьшает объём данных для чтения. Подробнее про диапазоны данных в таблицах MergeTree читайте в разделе "[MergeTree](#)".

## format\_schema

Параметр применяется в том случае, когда используются форматы, требующие определения схемы, например [Cap'n Proto](#) или [Protobuf](#). Значение параметра зависит от формата.

## fsync\_metadata

Включает или отключает `fsync` при записи `.sql` файлов. По умолчанию включено.

Имеет смысл выключать, если на сервере миллионы мелких таблиц-чанков, которые постоянно создаются и уничтожаются.

## enable\_http\_compression

Включает или отключает сжатие данных в ответе на HTTP-запрос.

Для получения дополнительной информации, читайте [Описание интерфейса HTTP](#).

Возможные значения:

- 0 — выключена.
- 1 — включена.

Значение по умолчанию — 0.

## http\_zlib\_compression\_level

Задаёт уровень сжатия данных в ответе на HTTP-запрос, если `enable_http_compression = 1`.

Возможные значения: числа от 1 до 9.

Значение по умолчанию: 3.

### `http_native_compression_disable_checksumming_on_decompress`

Включает или отключает проверку контрольной суммы при распаковке данных HTTP POST от клиента.

Используется только для собственного ( Navite ) формата сжатия ClickHouse (ни `gzip`, ни `deflate` ).

Для получения дополнительной информации, читайте [Описание интерфейса HTTP](#).

Возможные значения:

- 0 — выключена.
- 1 — включена.

Значение по умолчанию — 0.

### `send_progress_in_http_headers`

Включает или отключает HTTP-заголовки `X-ClickHouse-Progress` в ответах `clickhouse-server`.

Для получения дополнительной информации, читайте [Описание интерфейса HTTP](#).

Возможные значения:

- 0 — выключена.
- 1 — включена.

Значение по умолчанию — 0.

### `max_http_get_redirects`

Ограничивает максимальное количество переходов по редиректам в таблицах с движком `URL` при выполнении HTTP запросов методом GET. Настройка применяется для обоих типов таблиц: созданных запросом `CREATE TABLE` и с помощью табличной функции `url`.

Возможные значения:

- Положительное целое число переходов.
- 0 — переходы запрещены.

Значение по умолчанию: 0.

### `input_format_allow_errors_num`

Устанавливает максимальное количество допустимых ошибок при чтении из текстовых форматов (CSV, TSV и т.п.).

Значение по умолчанию: 0.

Используйте обязательно в паре с `input_format_allow_errors_ratio`. Для пропуска ошибок, значения обеих настроек должны быть больше 0.

Если при чтении строки возникла ошибка, но при этом счетчик ошибок меньше `input_format_allow_errors_num`, то ClickHouse игнорирует строку и переходит к следующей.

В случае превышения `input_format_allow_errors_num` ClickHouse генерирует исключение.

## `input_format_allow_errors_ratio`

Устанавливает максимальную долю допустимых ошибок при чтении из текстовых форматов (CSV, TSV и т.п.). Доля ошибок задаётся в виде числа с плавающей запятой от 0 до 1.

Значение по умолчанию: 0.

Используйте обязательно в паре с `input_format_allow_errors_num`. Для пропуска ошибок, значения обеих настроек должны быть больше 0.

Если при чтении строки возникла ошибка, но при этом текущая доля ошибок меньше `input_format_allow_errors_ratio`, то ClickHouse игнорирует строку и переходит к следующей.

В случае превышения `input_format_allow_errors_ratio` ClickHouse генерирует исключение.

## `input_format_values_interpret_expressions`

Включает или отключает парсер SQL, если потоковый парсер не может проанализировать данные. Этот параметр используется только для формата [Values](#) при вставке данных. Дополнительные сведения о парсерах читайте в разделе [Синтаксис](#).

Возможные значения:

- 0 — выключена.

В этом случае необходимо вставлять форматированные данные. Смотрите раздел [Форматы](#).

- 1 — включена.

В этом случае вы можете использовать выражение SQL в качестве значения, но вставка данных намного медленнее. Если вы вставляете только форматированные данные, ClickHouse ведет себя так, как будто значение параметра равно 0.

Значение по умолчанию: 1.

### Пример использования

Вставим значение типа [DateTime](#) при разных значениях настройки.

```
SET input_format_values_interpret_expressions = 0;
INSERT INTO datetime_t VALUES (now())
```

Exception on client:  
Code: 27. DB::Exception: Cannot parse input: expected ) before: now(): (at row 1)

```
SET input_format_values_interpret_expressions = 1;
INSERT INTO datetime_t VALUES (now())
```

Ok.

Последний запрос эквивалентен следующему:

```
SET input_format_values_interpret_expressions = 0;
INSERT INTO datetime_t SELECT now()
```

Ok.

## input\_format\_defaults\_for\_omitted\_fields

При вставке данных запросом `INSERT`, заменяет пропущенные поля значениям по умолчанию для типа данных столбца.

Поддерживаемые форматы вставки:

- [JSONEachRow](#)
- [CSV](#)
- [TabSeparated](#)

### Примечание

Когда опция включена, сервер отправляет клиенту расширенные метаданные. Это требует дополнительных вычислительных ресурсов на сервере и может снизить производительность.

Возможные значения:

- 0 — выключена.
- 1 — включена.

Значение по умолчанию — 1.

## input\_format\_null\_as\_default

Включает или отключает использование значений по умолчанию в случаях, когда во входных данных содержится `NULL`, но тип соответствующего столбца не `Nullable(T)` (для текстовых форматов).

## input\_format\_skip\_unknown\_fields

Включает или отключает пропускание вставки неизвестных данных.

При записи данных, если входные данные содержат столбцы, которых нет в целевой таблице, ClickHouse генерирует исключение. Если пропускание вставки включено, ClickHouse не вставляет неизвестные данные и не генерирует исключение.

Поддерживаемые форматы:

- [JSONEachRow](#)
- [CSVWithNames](#)
- [TabSeparatedWithNames](#)
- [TSKV](#)

Возможные значения:

- 0 — выключена.
- 1 — включена.

Значение по умолчанию — 0.

## input\_format\_import\_nested\_json

Включает или отключает вставку данных JSON с вложенными объектами.

Поддерживаемые форматы:

- [JSONEachRow](#)

Возможные значения:

- 0 — выключена.
- 1 — включена.

Значение по умолчанию — 0.

Смотрите также

- [Использование вложенных структур](#) with the `JSONEachRow` format.

## input\_format\_with\_names\_use\_header

Включает или отключает проверку порядка столбцов при вставке данных.

Чтобы повысить эффективность вставки данных, рекомендуем отключить эту проверку, если вы уверены, что порядок столбцов входных данных такой же, как в целевой таблице.

Поддерживаемые форматы:

- [CSVWithNames](#)
- [TabSeparatedWithNames](#)

Возможные значения:

- 0 — выключена.
- 1 — включена.

Значение по умолчанию: 1.

## date\_time\_input\_format

Выбор парсера для текстового представления дат и времени при обработке входного формата.

Настройка не применяется к [функциям для работы с датой и временем](#).

Возможные значения:

- 'best\_effort' — включает расширенный парсинг.

ClickHouse может парсить базовый формат `YYYY-MM-DD HH:MM:SS` и все форматы [ISO 8601](#). Например, '2018-06-08T01:02:03.000Z' .

- 'basic' — используется базовый парсер.

ClickHouse может парсить только базовый формат `YYYY-MM-DD HH:MM:SS` . Например, '2019-08-20 10:18:56' .

Значение по умолчанию — 'basic' .

Смотрите также

- [Тип данных DateTime.](#)
- [Функции для работы с датой и временем.](#)

## join\_default\_strictness

Устанавливает строгость по умолчанию для `JOIN`.

Возможные значения

- `ALL` — если в правой таблице несколько совпадающих строк, данные умножаются на количество этих строк. Это нормальное поведение `JOIN` как в стандартном SQL.
- `ANY` — если в правой таблице несколько соответствующих строк, то соединяется только первая найденная. Если в "правой" таблице есть не более одной подходящей строки, то результаты `ANY` и `ALL` совпадают.
- Пустая строка — если `ALL` или `ANY` не указаны в запросе, то ClickHouse генерирует исключение.

Значение по умолчанию — `ALL`.

## join\_any\_take\_last\_row

Изменяет поведение операций, выполняемых со строгостью `ANY`.

### Внимание

Настройка применяется только для операций `JOIN`, выполняемых над таблицами с движком [Join](#).

Возможные значения:

- 0 — если в правой таблице несколько соответствующих строк, то присоединяется только первая найденная строка.
- 1 — если в правой таблице несколько соответствующих строк, то присоединяется только последняя найденная строка.

Значение по умолчанию — 0.

Смотрите также

- [Секция JOIN](#)
- [Двигок таблиц Join](#)
- [join\\_default\\_strictness](#)

## join\_any\_take\_last\_row

Изменяет поведение операций, выполняемых со строгостью `ANY`.

### Внимание

Настройка работает только для движка таблиц [Join](#).

Возможные значения:

- 0 — если в правой таблице несколько соответствующих строк, то присоединяется только первая найденная.

- 1 — если в правой таблице несколько соответствующих строк, то присоединяется только последняя найденная строка.

Значение по умолчанию — 0.

Смотрите также

- [Секция JOIN](#)
- [Движок таблиц Join](#)
- [join\\_default\\_strictness](#)

## join\_use\_nulls

Устанавливает тип поведения [JOIN](#). При объединении таблиц могут появиться пустые ячейки. ClickHouse заполняет их по-разному в зависимости от настроек.

Возможные значения

- 0 — пустые ячейки заполняются значением по умолчанию соответствующего типа поля.
- 1 — [JOIN](#) ведёт себя как в стандартном SQL. Тип соответствующего поля преобразуется в [Nullable](#), а пустые ячейки заполняются значениями [NULL](#).

Значение по умолчанию: 0.

## max\_block\_size

Данные в ClickHouse обрабатываются по блокам (наборам кусочков столбцов). Внутренние циклы обработки для одного блока достаточно эффективны, но есть заметные издержки на каждый блок. Настройка `max_block_size` — это рекомендация, какой размер блока (в количестве строк) загружать из таблиц. Размер блока не должен быть слишком маленьким, чтобы затраты на каждый блок были заметны, но не слишком велики, чтобы запрос с `LIMIT`, который завершается после первого блока, обрабатывался быстро. Цель состоит в том, чтобы не использовалось слишком много оперативки при вынимании большого количества столбцов в несколько потоков; чтобы оставалась хоть какая-нибудь кэш-локальность.

Значение по умолчанию: 65,536.

Из таблицы не всегда загружаются блоки размера `max_block_size`. Если ясно, что нужно прочитать меньше данных, то будет считан блок меньшего размера.

## preferred\_block\_size\_bytes

Служит для тех же целей что и `max_block_size`, но задает рекомендуемый размер блоков в байтах, выбирая адаптивное количество строк в блоке. При этом размер блока не может быть более `max_block_size` строк. По умолчанию: 1,000,000. Работает только при чтении из MergeTree-движков.

## merge\_tree\_uniform\_read\_distribution

При чтении из таблиц [MergeTree\\*](#) ClickHouse использует несколько потоков. Этот параметр включает/выключает равномерное распределение заданий по рабочим потокам. Алгоритм равномерного распределения стремится сделать время выполнения всех потоков примерно равным для одного запроса `SELECT`.

Возможные значения:

- 0 — не использовать равномерное распределение заданий на чтение.

- 1 — использовать равномерное распределение заданий на чтение.

Значение по умолчанию — 1.

### merge\_tree\_min\_rows\_for\_concurrent\_read

Если количество строк, считываемых из файла таблицы MergeTree\* превышает `merge_tree_min_rows_for_concurrent_read`, то ClickHouse пытается выполнить одновременное чтение из этого файла в несколько потоков.

Возможные значения:

- Любое положительное целое число.

Значение по умолчанию — 163840.

### merge\_tree\_min\_bytes\_for\_concurrent\_read

Если число байтов, которые должны быть прочитаны из одного файла таблицы с движком MergeTree\* превышает `merge_tree_min_bytes_for_concurrent_read`, то ClickHouse пытается выполнить конкурентное чтение в несколько потоков из этого файла.

Возможные значения:

- Положительное целое число.

Значение по умолчанию —  $240 \times 1024 \times 1024$ .

### merge\_tree\_min\_rows\_for\_seek

Если расстояние между двумя блоками данных для чтения в одном файле меньше, чем `merge_tree_min_rows_for_seek` строк, то ClickHouse не перескакивает (seek) через блоки, а считывает данные последовательно.

Возможные значения:

- Положительное целое число.

Значение по умолчанию — 0.

### merge\_tree\_min\_bytes\_for\_seek

Если расстояние между двумя блоками данных для чтения в одном файле меньше, чем `merge_tree_min_bytes_for_seek` байтов, то ClickHouse не перескакивает (seek) через блоки, а считывает данные последовательно.

Возможные значения:

- Положительное целое число.

Значение по умолчанию — 0.

### merge\_tree\_coarse\_index\_granularity

При поиске данных ClickHouse проверяет засечки данных в файле индекса. Если ClickHouse обнаруживает, что требуемые ключи находятся в некотором диапазоне, он делит этот диапазон на `merge_tree_coarse_index_granularity`

поддиапазонов и выполняет в них рекурсивный поиск нужных ключей.

Возможные значения:

- Положительное целое число.

Значение по умолчанию — 8.

### merge\_tree\_max\_rows\_to\_use\_cache

Если требуется прочитать более, чем `merge_tree_max_rows_to_use_cache` строк в одном запросе, ClickHouse не используют кэш несжатых блоков.

Кэш несжатых блоков хранит данные, извлечённые при выполнении запросов. ClickHouse использует этот кэш для ускорения ответов на повторяющиеся небольшие запросы. Настройка защищает кэш от замусоривания запросами, для выполнения которых необходимо извлечь большое количество данных. Настройка сервера [uncompressed\\_cache\\_size](#) определяет размер кэша несжатых блоков.

Возможные значения:

- Положительное целое число.

Значение по умолчанию —  $128 \times 8192$ .

### merge\_tree\_max\_bytes\_to\_use\_cache

Если требуется прочитать более, чем `merge_tree_max_bytes_to_use_cache` байтов в одном запросе, ClickHouse не используют кэш несжатых блоков.

Кэш несжатых блоков хранит данные, извлечённые при выполнении запросов. ClickHouse использует этот кэш для ускорения ответов на повторяющиеся небольшие запросы. Настройка защищает кэш от замусоривания запросами, для выполнения которых необходимо извлечь большое количество данных. Настройка сервера [uncompressed\\_cache\\_size](#) определяет размер кэша несжатых блоков.

Возможные значения:

- Положительное целое число.

Значение по умолчанию —  $1920 \times 1024 \times 1024$ .

### min\_bytes\_to\_use\_direct\_io

Минимальный объем данных, необходимый для прямого (небуферизованного) чтения/записи (direct I/O) на диск.

ClickHouse использует этот параметр при чтении данных из таблиц. Если общий объем хранения всех данных для чтения превышает `min_bytes_to_use_direct_io` байт, тогда ClickHouse использует флаг `O_DIRECT` при чтении данных с диска.

Возможные значения

- 0 — прямой ввод-вывод отключен.
- Положительное целое число.

Значение по умолчанию: 0.

### log\_queries

Установка логирования запроса.

Запросы, переданные в ClickHouse с этой установкой, логируются согласно правилам конфигурационного параметра сервера [query\\_log](#).

Пример :

```
log_queries=1
```

## log\_query\_threads

Установка логирования информации о потоках выполнения запроса.

Лог информации о потоках выполнения запросов, переданных в ClickHouse с этой установкой, записывается согласно правилам конфигурационного параметра сервера [query\\_thread\\_log](#).

Пример :

```
log_query_threads=1
```

## max\_insert\_block\_size

Формировать блоки указанного размера, при вставке в таблицу. Эта настройка действует только в тех случаях, когда сервер сам формирует такие блоки. Например, при INSERT-е через HTTP интерфейс, сервер парсит формат данных, и формирует блоки указанного размера. А при использовании clickhouse-client, клиент сам парсит данные, и настройка max\_insert\_block\_size на сервере не влияет на размер вставляемых блоков. При использовании INSERT SELECT, настройка так же не имеет смысла, так как данные будут вставляться теми блоками, которые вышли после SELECT-а.

Значение по умолчанию: 1,048,576.

Это значение намного больше, чем `max_block_size`. Это сделано, потому что некоторые движки таблиц (`*MergeTree`) будут на каждый вставляемый блок формировать кусок данных на диске, что является довольно большой сущностью. Также, в таблицах типа `*MergeTree`, данные сортируются при вставке, и достаточно большой размер блока позволяет отсортировать больше данных в оперативке.

## max\_replica\_delay\_for\_distributed\_queries

Отключает отстающие реплики при распределенных запросах. Смотрите "[Репликация](#)".

Устанавливает время в секундах. Если отставание реплики больше установленного значения, то реплика не используется.

Значение по умолчанию: 300.

Используется при выполнении `SELECT` из распределенной таблицы, которая указывает на реплицированные таблицы.

## max\_threads

Максимальное количество потоков обработки запроса без учёта потоков для чтения данных с удалённых серверов (смотрите параметр `max_distributed_connections`).

Этот параметр относится к потокам, которые выполняют параллельно одни стадии конвейера выполнения запроса. Например, при чтении из таблицы, если есть возможность вычислять выражения с функциями,

фильтровать с помощью WHERE и предварительно агрегировать для GROUP BY параллельно, используя хотя бы количество потоков max\_threads, то используются max\_threads.

Значение по умолчанию: количество процессорных ядер без учёта Hyper-Threading.

Если на сервере обычно исполняется менее одного запроса SELECT одновременно, то выставите этот параметр в значение чуть меньше количества реальных процессорных ядер.

Для запросов, которые быстро завершаются из-за LIMIT-а, имеет смысл выставить max\_threads поменьше.

Например, если нужное количество записей находится в каждом блоке, то при max\_threads = 8 будет считано 8 блоков, хотя достаточно было прочитать один.

Чем меньше max\_threads , тем меньше будет использоваться оперативки.

### max\_compress\_block\_size

Максимальный размер блоков не сжатых данных перед сжатием при записи в таблицу. По умолчанию - 1 048 576 (1 MiB). При уменьшении размера, незначительно уменьшается коэффициент сжатия, незначительно возрастает скорость сжатия и разжатия за счёт кэш-локальности, и уменьшается потребление оперативки. Как правило, не имеет смысла менять эту настройку.

Не путайте блоки для сжатия (кусок памяти, состоящий из байт) и блоки для обработки запроса (пачка строк из таблицы).

### min\_compress\_block\_size

Для таблиц типа "MergeTree". В целях уменьшения задержек при обработке запросов, блок сжимается при записи следующей засечки, если его размер не меньше min\_compress\_block\_size. По умолчанию - 65 536.

Реальный размер блока, если несжатых данных меньше max\_compress\_block\_size, будет не меньше этого значения и не меньше объёма данных на одну засечку.

Рассмотрим пример. Пусть index\_granularity, указанная при создании таблицы - 8192.

Пусть мы записываем столбец типа UInt32 (4 байта на значение). При записи 8192 строк, будет всего 32 КБ данных. Так как min\_compress\_block\_size = 65 536, сжатый блок будет сформирован на каждые две засечки.

Пусть мы записываем столбец URL типа String (средний размер - 60 байт на значение). При записи 8192 строк, будет, в среднем, чуть меньше 500 КБ данных. Так как это больше 65 536 строк, то сжатый блок будет сформирован на каждую засечку. В этом случае, при чтении с диска данных из диапазона в одну засечку, не будет разжато лишних данных.

Как правило, не имеет смысла менять эту настройку.

### max\_query\_size

Максимальный кусок запроса, который будет считан в оперативку для разбора парсером языка SQL. Запрос INSERT также содержит данные для INSERT-а, которые обрабатываются отдельным, потоковым парсером (расходящим O(1) оперативки), и не учитываются в этом ограничении.

Значение по умолчанию: 256 Кб.

### interactive\_delay

Интервал в микросекундах для проверки, не запрошена ли остановка выполнения запроса, и отправки прогресса.

Значение по умолчанию: 100,000 (проверять остановку запроса и отправлять прогресс десять раз в секунду).

### `connect_timeout, receive_timeout, send_timeout`

Таймауты в секундах на сокет, по которому идёт общение с клиентом.

Значение по умолчанию: 10, 300, 300.

### `cancel_http_READONLY_queries_on_client_close`

Отменяет HTTP `readonly` запросы (например, `SELECT`), когда клиент обрывается соединение до завершения получения данных.

Значение по умолчанию: 0

### `poll_interval`

Блокироваться в цикле ожидания запроса в сервере на указанное количество секунд.

Значение по умолчанию: 10.

### `max_distributed_connections`

Максимальное количество одновременных соединений с удалёнными серверами при распределённой обработке одного запроса к одной таблице типа `Distributed`. Рекомендуется выставлять не меньше, чем количество серверов в кластере.

Значение по умолчанию: 1024.

Следующие параметры имеют значение только на момент создания таблицы типа `Distributed` (и при запуске сервера), поэтому их не имеет смысла менять в рантайме.

### `distributed_connections_pool_size`

Максимальное количество одновременных соединений с удалёнными серверами при распределённой обработке всех запросов к одной таблице типа `Distributed`. Рекомендуется выставлять не меньше, чем количество серверов в кластере.

Значение по умолчанию: 1024.

### `connect_timeout_with_failover_ms`

Таймаут в миллисекундах на соединение с удалённым сервером, для движка таблиц `Distributed`, если используются секции `shard` и `replica` в описании кластера. В случае неуспеха, делается несколько попыток соединений с разными репликами.

Значение по умолчанию: 50.

### `connections_with_failover_max_tries`

Максимальное количество попыток соединения с каждой репликой, для движка таблиц `Distributed`.

Значение по умолчанию: 3.

## extremes

Считать ли экстремальные значения (минимумы и максимумы по столбцам результата запроса). Принимает 0 или 1. По умолчанию - 0 (выключено). Подробнее смотрите раздел "Экстремальные значения".

## use\_uncompressed\_cache

Использовать ли кэш разжатых блоков. Принимает 0 или 1. По умолчанию - 0 (выключено).

Использование кэша несжатых блоков (только для таблиц семейства MergeTree) может существенно сократить задержку и увеличить пропускную способность при работе с большим количеством коротких запросов. Включите эту настройку для пользователей, от которых идут частые короткие запросы. Также обратите внимание на конфигурационный параметр [uncompressed\\_cache\\_size](#) (настраивается только в конфигурационном файле) – размер кэша разжатых блоков. По умолчанию - 8 GiB. Кэш разжатых блоков заполняется по мере надобности, а наиболее невостребованные данные автоматически удаляются.

Для запросов, читающих хоть немного приличный объём данных (миллион строк и больше), кэш разжатых блоков автоматически выключается, чтобы оставить место для действительно мелких запросов. Поэтому, можно держать настройку `use_uncompressed_cache` всегда выставленной в 1.

## replace\_running\_query

При использовании интерфейса HTTP может быть передан параметр `query_id`. Это любая строка, которая служит идентификатором запроса. Если в этот момент, уже существует запрос от того же пользователя с тем же `query_id`, то поведение определяется параметром `replace_running_query`.

0 - (по умолчанию) кинуть исключение (не давать выполнить запрос, если запрос с таким же `query_id` уже выполняется);

1 - отменить старый запрос и начать выполнять новый.

Эта настройка, выставленная в 1, используется в Яндекс.Метрике для реализации suggest-а значений для условий сегментации. После ввода очередного символа, если старый запрос ещё не выполнился, его следует отменить.

## stream\_flush\_interval\_ms

Работает для таблиц со стриммингом в случае тайм-аута, или когда поток генерирует [max\\_insert\\_block\\_size](#) строк.

Значение по умолчанию - 7500.

Чем меньше значение, тем чаще данные сбрасываются в таблицу. Установка слишком низкого значения приводит к снижению производительности.

## load\_balancing

Задает алгоритм выбора реплик, используемый при обработке распределенных запросов.

ClickHouse поддерживает следующие алгоритмы выбора реплик:

- [Random](#) (by default)
- [Nearest hostname](#)
- [In order](#)
- [First or random](#)

## **Random (by default)**

```
load_balancing = random
```

Для каждой реплики считается количество ошибок. Запрос отправляется на реплику с минимальным числом ошибок, а если таких несколько, то на случайную из них. Недостатки: не учитывается близость серверов; если на репликах оказались разные данные, то вы будете получать так же разные данные.

## **Nearest Hostname**

```
load_balancing = nearest_hostname
```

Для каждой реплики считается количество ошибок. Каждые 5 минут, число ошибок целочисленно делится на 2. Таким образом, обеспечивается расчёт числа ошибок за недавнее время с экспоненциальным сглаживанием. Если есть одна реплика с минимальным числом ошибок (то есть, на других репликах недавно были ошибки) - запрос отправляется на неё. Если есть несколько реплик с одинаковым минимальным числом ошибок, то запрос отправляется на реплику, имя хоста которой в конфигурационном файле минимально отличается от имени хоста сервера (по количеству отличающихся символов на одинаковых позициях, до минимальной длины обеих имён хостов).

Для примера, example01-01-1 и example01-01-2.yandex.ru отличаются в одной позиции, а example01-01-1 и example01-02-2 - в двух. Этот метод может показаться примитивным, но он не требует внешних данных о топологии сети и не сравнивает IP-адреса, что было бы сложно для наших IPv6-адресов.

Таким образом, если есть равнозначные реплики, предпочтается ближайшая по имени. Также можно сделать предположение, что при отправке запроса на один и тот же сервер, в случае отсутствия сбоев, распределённый запрос будет идти тоже на одни и те же серверы. То есть, даже если на репликах расположены разные данные, запрос будет возвращать в основном одинаковые результаты.

## **In Order**

```
load_balancing = in_order
```

Реплики с одинаковым количеством ошибок опрашиваются в порядке, определённом конфигурацией. Этот способ подходит для тех случаев, когда вы точно знаете, какая реплика предпочтительнее.

## **First or Random**

```
load_balancing = first_or_random
```

Алгоритм выбирает первую реплику или случайную реплику, если первая недоступна. Он эффективен в топологиях с перекрестной репликацией, но бесполезен в других конфигурациях.

Алгоритм `first or random` решает проблему алгоритма `in order`. При использовании `in order`, если одна реплика перестаёт отвечать, то следующая за ней принимает двойную нагрузку, в то время как все остальные обрабатывают свой обычный трафик. Алгоритм `first or random` равномерно распределяет нагрузку между репликами.

## **prefer\_localhost\_replica**

Включает или выключает предпочтительное использование `localhost` реплики при обработке распределенных запросов.

Возможные значения:

- 1 — ClickHouse всегда отправляет запрос на `localhost` реплику, если она существует.

- 0 – ClickHouse использует балансировку, заданную настройкой [load\\_balancing](#).

Значение по умолчанию: 1.

#### **Warning**

Отключайте эту настройку при использовании [max\\_parallel\\_replicas](#).

## `totals_mode`

Каким образом вычислять TOTALS при наличии HAVING, а также при наличии `max_rows_to_group_by` и `group_by_overflow_mode = 'any'`. Смотрите раздел "Модификатор WITH TOTALS".

## `totals_auto_threshold`

Порог для `totals_mode = 'auto'`. Смотрите раздел "Модификатор WITH TOTALS".

## `max_parallel_replicas`

Максимальное количество используемых реплик каждого шарда при выполнении запроса. Для консистентности (чтобы получить разные части одного и того же разбиения), эта опция работает только при заданном ключе сэмплирования. Отставание реплик не контролируется.

## `compile`

Включить компиляцию запросов. По умолчанию - 0 (выключено).

Компиляция предусмотрена только для части конвейера обработки запроса - для первой стадии агрегации (GROUP BY). В случае, если эта часть конвейера была скомпилирована, запрос может работать быстрее, за счёт разворачивания коротких циклов и инлайнинга вызовов агрегатных функций. Максимальный прирост производительности (до четырёх раз в редких случаях) достигается на запросах с несколькими простыми агрегатными функциями. Как правило, прирост производительности незначителен. В очень редких случаях возможно замедление выполнения запроса.

## `min_count_to_compile`

После скольких раз, когда скомпилированный кусок кода мог пригодиться, выполнить его компиляцию. По умолчанию - 3. Для тестирования можно установить значение 0: компиляция выполняется синхронно, и запрос ожидает окончания процесса компиляции перед продолжением выполнения. Во всех остальных случаях используйте значения, начинающиеся с 1. Как правило, компиляция занимает по времени около 5-10 секунд. В случае, если значение равно 1 или больше, компиляция выполняется асинхронно, в отдельном потоке. При готовности результата, он сразу же будет использован, в том числе, уже выполняющимися в данный момент запросами.

Скомпилированный код требуется для каждого разного сочетания используемых в запросе агрегатных функций и вида ключей в GROUP BY. Результаты компиляции сохраняются в директории `build` в виде .so файлов. Количество результатов компиляции не ограничено, так как они не занимают много места. При перезапуске сервера, старые результаты будут использованы, за исключением случая обновления сервера - тогда старые результаты удаляются.

## `input_format_skip_unknown_fields`

Если значение равно `true`, то при выполнении `INSERT` входные данные из столбцов с неизвестными именами будут пропущены. В противном случае эта ситуация создаст исключение. Работает для форматов `JSONEachRow` и `TSKV`.

### `output_format_json_quote_64bit_integers`

Если значение истинно, то при использовании `JSON*` форматов `UInt64` и `Int64` числа выводятся в кавычках (из соображений совместимости с большинством реализаций `JavaScript`), иначе - без кавычек.

### `format_csv_delimiter`

Символ, интерпретируемый как разделитель в данных формата CSV. По умолчанию — `,`.

### `input_format_csv_unquoted_null_literal_as_null`

Для формата CSV включает или выключает парсинг неэкранированной строки `NULL` как литерала (синоним для `\N`)

### `insert_quorum`

Включает кворумную запись.

- Если `insert_quorum < 2`, то кворумная запись выключена.
- Если `insert_quorum >= 2`, то кворумная запись включена.

Значение по умолчанию: 0.

#### Кворумная запись

`INSERT` завершается успешно только в том случае, когда ClickHouse смог без ошибки записать данные в `insert_quorum` реплик за время `insert_quorum_timeout`. Если по любой причине количество реплик с успешной записью не достигнет `insert_quorum`, то запись считается не состоявшейся и ClickHouse удалит вставленный блок из всех реплик, куда уже успел записать данные.

Все реплики в кворуме консистентны, т.е. содержат данные всех более ранних запросов `INSERT`.

Последовательность `INSERT` линеаризуется.

При чтении данных, записанных с `insert_quorum` можно использовать настройку [select\\_sequential\\_consistency](#).

ClickHouse генерирует исключение

- Если количество доступных реплик на момент запроса меньше `insert_quorum`.
- При попытке записать данные в момент, когда предыдущий блок ещё не вставлен в `insert_quorum` реплик. Эта ситуация может возникнуть, если пользователь вызвал `INSERT` прежде, чем завершился предыдущий с `insert_quorum`.

См. также параметры:

- [insert\\_quorum\\_timeout](#)
- [select\\_sequential\\_consistency](#)

### `insert_quorum_timeout`

Время ожидания кворумной записи в секундах. Если время прошло, а запись так не состоялась, то ClickHouse

сгенерирует исключение и клиент должен повторить запрос на запись того же блока на эту же или любую другую реплику.

Значение по умолчанию: 60 секунд.

См. также параметры:

- [insert\\_quorum](#)
- [select\\_sequential\\_consistency](#)

## select\_sequential\_consistency

Включает или выключает последовательную консистентность для запросов `SELECT`.

Возможные значения:

- 0 — выключена.
- 1 — включена.

Значение по умолчанию: 0.

Использование

Когда последовательная консистентность включена, то ClickHouse позволит клиенту выполнить запрос `SELECT` только к тем репликам, которые содержат данные всех предыдущих запросов `INSERT`, выполненных с `insert_quorum`. Если клиент обратится к неполной реплике, то ClickHouse сгенерирует исключение. В запросе `SELECT` не будут участвовать данные, которые ещё не были записаны на кворум реплик.

Смотрите также

- [insert\\_quorum](#)
- [insert\\_quorum\\_timeout](#)

## count\_distinctImplementation

Задаёт, какая из функций `uniq*` используется при выполнении конструкции [COUNT\(DISTINCT ...\)](#).

Возможные значения:

- [uniq](#)
- [uniqCombined](#)
- [uniqCombined64](#)
- [uniqHLL12](#)
- [uniqExact](#)

Значение по умолчанию — `uniqExact`.

## max\_network\_bytes

Ограничивает объем данных (в байтах), который принимается или передается по сети при выполнении запроса.

Параметр применяется к каждому отдельному запросу.

Возможные значения:

- Положительное целое число.

- 0 — контроль объема данных отключен.

Значение по умолчанию — 0.

### max\_network\_bandwidth

Ограничивает скорость обмена данными по сети в байтах в секунду. Параметр применяется к каждомуциальному запросу.

Возможные значения:

- Положительное целое число.
- 0 — контроль скорости передачи данных отключен.

Значение по умолчанию — 0.

### max\_network\_bandwidth\_for\_user

Ограничивает скорость обмена данными по сети в байтах в секунду. Этот параметр применяется ко всем одновременно выполняемым запросам, запущенным одним пользователем.

Возможные значения:

- Положительное целое число.
- 0 — управление скоростью передачи данных отключено.

Значение по умолчанию — 0.

### max\_network\_bandwidth\_for\_all\_users

Ограничивает скорость обмена данными по сети в байтах в секунду. Этот параметр применяется ко всем одновременно выполняемым запросам на сервере.

Возможные значения:

- Положительное целое число.
- 0 — управление скоростью передачи данных отключено.

Значение по умолчанию — 0.

### allow\_experimental\_cross\_to\_join\_conversion

Включает или отключает:

1. Перезапись запросов из синтаксиса с запятыми в синтаксис JOIN ON/USING . Если значение параметра равно 0, ClickHouse не обрабатывает запросы с синтаксисом, использующим запятые, и генерирует исключение.
2. Преобразование CROSS JOIN в INNER JOIN , если условия объединения таблиц это позволяют.

Возможные значения:

- 0 — выключена.
- 1 — включена.

Значение по умолчанию: 1.

Смотрите также

- [Множественный JOIN](#)

## skip\_unavailable\_shards

Включает или отключает тихий пропуск недоступных шардов.

Шард считается недоступным, если все его реплики недоступны. Реплика недоступна в следующих случаях:

- ClickHouse не может установить соединение с репликой по любой причине.

ClickHouse предпринимает несколько попыток подключиться к реплике. Если все попытки оказались неудачными, реплика считается недоступной.

- Реплика не может быть разрешена с помощью DNS.

Если имя хоста реплики не может быть разрешено с помощью DNS, это может указывать на следующие ситуации:

- Нет записи DNS для хоста. Это может происходить в системах с динамическим DNS, например, [Kubernetes](#), где отключенные ноды не разрешаются с помощью DNS и это не ошибка.
- Ошибка конфигурации. Конфигурационный файл ClickHouse может содержать неправильное имя хоста.

Возможные значения:

- 1 — пропуск включен.

Если шард недоступен, то ClickHouse возвращает результат, основанный на неполных данных и не оповещает о проблемах с доступностью хостов.

- 0 — пропуск выключен.

Если шард недоступен, то ClickHouse генерирует исключение.

Значение по умолчанию — 0.

## optimize\_throw\_if\_noop

Включает или отключает генерирование исключения в случаях, когда запрос `OPTIMIZE` не выполняет мёрж.

По умолчанию, `OPTIMIZE` завершается успешно и в тех случаях, когда он ничего не сделал. Настройка позволяет отделить подобные случаи и включает генерирование исключения с поясняющим сообщением.

Возможные значения:

- 1 — генерирование исключения включено.
- 0 — генерирование исключения выключено.

Значение по умолчанию — 0.

## distributed\_directory\_monitor\_sleep\_time\_ms

Основной интервал отправки данных движком таблиц `Distributed`. Фактический интервал растёт экспоненциально при возникновении ошибок.

Возможные значения:

- Положительное целое количество миллисекунд.

Значение по умолчанию: 100 миллисекунд.

### `distributed_directory_monitor_max_sleep_time_ms`

Максимальный интервал отправки данных движком таблиц [Distributed](#). Ограничивает экспоненциальный рост интервала, установленного настройкой [distributed\\_directory\\_monitor\\_sleep\\_time\\_ms](#).

Возможные значения:

- Положительное целое количество миллисекунд.

Значение по умолчанию: 30000 миллисекунд (30 секунд).

### `distributed_directory_monitor_batch_inserts`

Включает/выключает пакетную отправку вставленных данных.

Если пакетная отправка включена, то движок таблиц [Distributed](#) вместо того, чтобы отправлять каждый файл со вставленными данными по отдельности, старается отправить их все за одну операцию. Пакетная отправка улучшает производительность кластера за счет более оптимального использования ресурсов сервера и сети.

Возможные значения:

- 1 — включено.
- 0 — выключено.

Значение по умолчанию: 0.

### `os_thread_priority`

Устанавливает приоритет ([nice](#)) для потоков, исполняющих запросы. Планировщик ОС учитывает эти приоритеты при выборе следующего потока для исполнения на доступном ядре CPU.

#### Предупреждение

Для использования этой настройки необходимо установить свойство `CAP_SYS_NICE`. Пакет `clickhouse-server` устанавливает его во время инсталляции. Некоторые виртуальные окружения не позволяют установить `CAP_SYS_NICE`. В этом случае, `clickhouse-server` выводит сообщение при запуске.

Допустимые значения:

- Любое значение из диапазона `[-20, 19]`.

Более низкие значения означают более высокий приоритет. Потоки с низкими значениями приоритета `nice` выполняются чаще, чем потоки с более высокими значениями. Высокие значения предпочтительно использовать для долгих неинтерактивных запросов, поскольку это позволяет быстро выделить ресурс в пользу коротких интерактивных запросов.

Значение по умолчанию — 0.

## Ограничения на изменение настроек

Ограничения на изменение настроек могут находиться внутри секции `users` файла `user.xml` и запрещают пользователю менять некоторые настройки с помощью запроса `SET`. Выглядит это следующим образом:

```

<profiles>
  <имя_пользователя>
    <constraints>
      <настройка_1>
        <min>нижняя_граница</min>
      </настройка_1>
      <настройка_2>
        <max>верхняя_граница</max>
      </настройка_2>
      <настройка_3>
        <min>нижняя_граница</min>
        <max>верхняя_граница</max>
      </настройка_3>
      <настройка_4>
        <readonly/>
      </настройка_4>
    </constraints>
  </имя_пользователя>
</profiles>

```

Если пользователь пытается выйти за пределы, установленные этими ограничениями, то кидается исключение и настройка сохраняет прежнее значение. Поддерживаются три типа ограничений: `min`, `max` и `readonly`.

Ограничения `min` и `max` указывают нижнюю и верхнюю границы для числовых настроек и могут использоваться вместе. Ограничение `readonly` указывает, что пользователь не может менять настройку.

Пример: Пусть файл `users.xml` содержит строки:

```

<profiles>
  <default>
    <max_memory_usage>10000000000</max_memory_usage>
    <force_index_by_date>0</force_index_by_date>
    ...
  <constraints>
    <max_memory_usage>
      <min>5000000000</min>
      <max>20000000000</max>
    </max_memory_usage>
    <force_index_by_date>
      <readonly/>
    </force_index_by_date>
  </constraints>
  </default>
</profiles>

```

Каждый из следующих запросов кинет исключение:

```

SET max_memory_usage=20000000001;
SET max_memory_usage=4999999999;
SET force_index_by_date=1;

```

```

Code: 452, e.displayText() = DB::Exception: Setting max_memory_usage should not be greater than 20000000000.
Code: 452, e.displayText() = DB::Exception: Setting max_memory_usage should not be less than 5000000000.
Code: 452, e.displayText() = DB::Exception: Setting force_index_by_date should not be changed.

```

Примечание: профиль с именем `default` обрабатывается специальным образом: все ограничения на изменение настроек из этого профиля становятся дефолтными и влияют на всех пользователей, кроме тех, где эти ограничения явно переопределены.

## Профили настроек

Профили настроек - это множество настроек, сгруппированных под одним именем. Для каждого пользователя ClickHouse указывается некоторый профиль. Все настройки профиля можно применить, установив настройку

```
profile .
```

Пример:

Установить профиль web .

```
SET profile = 'web'
```

Профили настроек объявляются в конфигурационном файле пользователей. Обычно это users.xml .

Пример:

```
<!-- Settings profiles -->
<profiles>
    <!-- Default settings -->
    <default>
        <!-- The maximum number of threads when running a single query. -->
        <max_threads>8</max_threads>
    </default>

    <!-- Settings for queries from the user interface -->
    <web>
        <max_rows_to_read>1000000000</max_rows_to_read>
        <max_bytes_to_read>1000000000000</max_bytes_to_read>

        <max_rows_to_group_by>1000000</max_rows_to_group_by>
        <group_by_overflow_mode>any</group_by_overflow_mode>

        <max_rows_to_sort>1000000</max_rows_to_sort>
        <max_bytes_to_sort>1000000000</max_bytes_to_sort>

        <max_result_rows>100000</max_result_rows>
        <max_result_bytes>100000000</max_result_bytes>
        <result_overflow_mode>break</result_overflow_mode>

        <max_execution_time>600</max_execution_time>
        <min_execution_speed>1000000</min_execution_speed>
        <timeout_before_checking_execution_speed>15</timeout_before_checking_execution_speed>

        <max_columns_to_read>25</max_columns_to_read>
        <max_temporary_columns>100</max_temporary_columns>
        <max_temporary_non_const_columns>50</max_temporary_non_const_columns>

        <max_subquery_depth>2</max_subquery_depth>
        <max_pipeline_depth>25</max_pipeline_depth>
        <max_ast_depth>50</max_ast_depth>
        <max_ast_elements>100</max_ast_elements>

        <readonly>1</readonly>
    </web>
</profiles>
```

В примере задано два профиля: default и web . Профиль default имеет специальное значение - он всегда обязан присутствовать и применяется при запуске сервера. То есть, профиль default содержит настройки по умолчанию. Профиль web - обычный профиль, который может быть установлен с помощью запроса SET или с помощью параметра URL при запросе по HTTP.

Профили настроек могут наследоваться от друг-друга - это реализуется указанием одной или нескольких настроек profile перед остальными настройками, перечисленными в профиле. Если одна настройка указана в нескольких профилях, используется последнее из значений.

## Настройки пользователей

Раздел users конфигурационного файла user.xml содержит настройки для пользователей.

Структура раздела `users` :

```
<users>
  <!-- If user name was not specified, 'default' user is used. -->
  <user_name>
    <password></password>
    <!-- Or -->
    <password_sha256_hex></password_sha256_hex>

    <networks incl="networks" replace="replace">
    </networks>

    <profile>profile_name</profile>

    <quota>default</quota>

    <databases>
      <database_name>
        <table_name>
          <filter>expression</filter>
        <table_name>
      </database_name>
    </databases>
  </user_name>
  <!-- Other users settings -->
</users>
```

## **user\_name/password**

Пароль можно указать в текстовом виде или в виде SHA256 (шестнадцатеричный формат).

- Чтобы назначить пароль в текстовом виде (не рекомендуем), поместите его в элемент `password`.

Например, `<password>qwert</password>`. Пароль можно оставить пустым.

- Чтобы назначить пароль в виде SHA256, поместите хэш в элемент `password_sha256_hex`.

Например,

```
<password_sha256_hex>65e84be33532fb784c48129675f9eff3a682b27168c0ea744b2cf58ee02337c5</password_sha256_hex> .
```

Пример создания пароля в командной строке:

```
PASSWORD=$(base64 < /dev/urandom | head -c8); echo "$PASSWORD"; echo -n "$PASSWORD" | sha256sum | tr -d ''
```

Первая строка результата — пароль. Вторая строка — соответствующий ему хэш SHA256.

## **user\_name/networks**

Список сетей, из которых пользователь может подключиться к серверу ClickHouse.

Каждый элемент списка имеет одну из следующих форм:

- `<ip>` — IP-адрес или маска подсети.

Примеры: `213.180.204.3` , `10.0.0.1/8` , `10.0.0.1/255.255.255.0` , `2a02:6b8::3` , `2a02:6b8::3/64` , `2a02:6b8::3/ffff:ffff:ffff:ffff::` .

- `<host>` — Имя хоста.

Пример: `example01.host.ru` .

Для проверки доступа выполняется DNS-запрос, и все возвращенные IP-адреса сравниваются с адресом клиента.

- `<host_regexp>` — Регулярное выражение для имен хостов.

Пример, `^example\d\d-\d\d.\host\.ru$`

Для проверки доступа выполняется [DNS запрос PTR](#) для адреса клиента, а затем применяется заданное регулярное выражение. Затем, для результатов запроса PTR выполняется другой DNS-запрос и все полученные адреса сравниваются с адресом клиента. Рекомендуем завершать регулярное выражение

символом \$.

Все результаты DNS-запросов кэшируются до перезапуска сервера.

## Примеры

Чтобы открыть доступ пользователю из любой сети, укажите:

```
<ip>::/0</ip>
```

### Внимание

Открывать доступ из любой сети небезопасно, если у вас нет правильно настроенного брандмауэра или сервер не отключен от интернета.

Чтобы открыть только локальный доступ, укажите:

```
<ip>::1</ip>
<ip>127.0.0.1</ip>
```

## **user\_name/profile**

Пользователю можно назначить профиль настроек. Профили настроек конфигурируются в отдельной секции файла `users.xml`. Подробнее читайте в разделе [Профили настроек](#).

## **user\_name/quota**

Квотирование позволяет отслеживать или ограничивать использование ресурсов в течение определённого периода времени. Квоты настраиваются в разделе `quotas` конфигурационного файла `users.xml`.

Пользователю можно назначить квоты. Подробное описание настройки квот смотрите в разделе [Квоты](#).

## **user\_name/databases**

В этом разделе вы можете ограничить выдачу ClickHouse запросами `SELECT` для конкретного пользователя, таким образом реализуя базовую защиту на уровне строк.

### Пример

Следующая конфигурация задаёт, что пользователь `user1` в результате запросов `SELECT` может получать только те строки `table1`, в которых значение поля `id` равно 1000.

```
<user1>
  <databases>
    <database_name>
      <table1>
        <filter>id = 1000</filter>
      </table1>
    </database_name>
  </databases>
</user1>
```

Элемент `filter` содержит любое выражение, возвращающее значение типа `UInt8`. Обычно он содержит сравнения и логические операторы. Строки `database_name.table1`, для которых фильтр возвращает 0 не выдаются пользователю. Фильтрация несовместима с операциями `PREWHERE` и отключает оптимизацию `WHERE → PREWHERE`.

## Утилиты ClickHouse

- `clickhouse-local`
- `clickhouse-copier` - копирует (и перешардирует) данные с одного кластера на другой.

## clickhouse-copier

Копирует данные из таблиц одногокластера в таблицы другого (или этого же) кластера.

Можно запустить несколько `clickhouse-copier` для разных серверах для выполнения одного и того же задания. Для синхронизации между процессами используется ZooKeeper.

После запуска, `clickhouse-copier` :

- Соединяется с ZooKeeper и получает:

- Задания на копирование.
- Состояние заданий на копирование.

- Выполняет задания.

Каждый запущенный процесс выбирает "ближайший" шард исходного кластера и копирует данные в кластер назначения, при необходимости перешардируя их.

`clickhouse-copier` отслеживает изменения в ZooKeeper и применяет их "на лету".

Для снижения сетевого трафика рекомендуем запускать `clickhouse-copier` на том же сервере, где находятся исходные данные.

## Запуск clickhouse-copier

Утилиту следует запускать вручную следующим образом:

```
$ clickhouse-copier copier --daemon --config zookeeper.xml --task-path /task/path --base-dir /path/to/dir
```

Параметры запуска:

- `daemon` - запускает `clickhouse-copier` в режиме демона.
- `config` - путь к файлу `zookeeper.xml` с параметрами соединения с ZooKeeper.
- `task-path` - путь к ноде ZooKeeper. Нода используется для синхронизации между процессами `clickhouse-copier` и для хранения заданий. Задания хранятся в `$task-path/description`.
- `task-file` - необязательный путь к файлу с описанием конфигурации заданий для загрузки в ZooKeeper.
- `task-upload-force` - Загрузить `task-file` в ZooKeeper даже если уже было загружено.
- `base-dir` - путь к логам и вспомогательным файлам. При запуске `clickhouse-copier` создает в `$base-dir` подкаталоги `clickhouse-copier_YYYYMMHHSS_<PID>`. Если параметр не указан, то каталоги будут создаваться в каталоге, где `clickhouse-copier` был запущен.

## Формат zookeeper.xml

```

<yandex>
  <logger>
    <level>trace</level>
    <size>100M</size>
    <count>3</count>
  </logger>

  <zookeeper>
    <node index="1">
      <host>127.0.0.1</host>
      <port>2181</port>
    </node>
  </zookeeper>
</yandex>

```

## Конфигурация заданий на копирование

```

<yandex>
  <!-- Configuration of clusters as in an ordinary server config -->
  <remote_servers>
    <source_cluster>
      <shard>
        <internal_replication>false</internal_replication>
        <replica>
          <host>127.0.0.1</host>
          <port>9000</port>
        </replica>
      </shard>
      ...
    </source_cluster>
    <destination_cluster>
      ...
    </destination_cluster>
  </remote_servers>

  <!-- How many simultaneously active workers are possible. If you run more workers superfluous workers will sleep. -->
  <max_workers>2</max_workers>

  <!-- Setting used to fetch (pull) data from source cluster tables -->
  <settings_pull>
    <readonly>1</readonly>
  </settings_pull>

  <!-- Setting used to insert (push) data to destination cluster tables -->
  <settings_push>
    <readonly>0</readonly>
  </settings_push>

  <!-- Common setting for fetch (pull) and insert (push) operations. Also, copier process context uses it.
      They are overlaid by <settings_pull/> and <settings_push/> respectively. -->
  <settings>
    <connect_timeout>3</connect_timeout>
    <!-- Sync insert is set forcibly, leave it here just in case. -->
    <insert_distributed_sync>1</insert_distributed_sync>
  </settings>

  <!-- Copying tasks description.
      You could specify several table task in the same task description (in the same ZooKeeper node), they will be performed
      sequentially.
    -->
  <tables>
    <!-- A table task, copies one table. -->
    <table_hits>
      <!-- Source cluster name (from <remote_servers/> section) and tables in it that should be copied -->
      <cluster_pull>source_cluster</cluster_pull>
      <database_pull>test</database_pull>
      <table_pull>hits</table_pull>
    </table_hits>
    <!-- Destination cluster name and tables in which the data should be inserted -->

```

```

--> Destination cluster name and tables in which the data should be inserted
<cluster_push>destination_cluster</cluster_push>
<database_push>test</database_push>
<table_push>hits2</table_push>

<!-- Engine of destination tables.
If destination tables have not be created, workers create them using columns definition from source tables and engine
definition from here.

NOTE: If the first worker starts insert data and detects that destination partition is not empty then the partition will
be dropped and refilled, take it into account if you already have some data in destination tables. You could directly
specify partitions that should be copied in <enabled_partitions/>, they should be in quoted format like partition column of
system.parts table.

-->
<engine>
ENGINE=ReplicatedMergeTree('/clickhouse/tables/{cluster}/{shard}/hits2', '{replica}')
PARTITION BY toMonday(date)
ORDER BY (CounterID, EventDate)
</engine>

<!-- Sharding key used to insert data to destination cluster -->
<sharding_key>jumpConsistentHash(intHash64(UserID), 2)</sharding_key>

<!-- Optional expression that filter data while pull them from source servers -->
<where_condition>CounterID != 0</where_condition>

<!-- This section specifies partitions that should be copied, other partition will be ignored.
Partition names should have the same format as
partition column of system.parts table (i.e. a quoted text).
Since partition key of source and destination cluster could be different,
these partition names specify destination partitions.

NOTE: In spite of this section is optional (if it is not specified, all partitions will be copied),
it is strictly recommended to specify them explicitly.
If you already have some ready partitions on destination cluster they
will be removed at the start of the copying since they will be interpreted
as unfinished data from the previous copying!!!

-->
<enabled_partitions>
  <partition>'2018-02-26'</partition>
  <partition>'2018-03-05'</partition>
  ...
</enabled_partitions>
</table_hits>

<!-- Next table to copy. It is not copied until previous table is copying. -->
</table_visits>
...
</table_visits>
...
</tables>
</yandex>
```

`clickhouse-copier` отслеживает изменения `/task/path/description` и применяет их "на лету". Если вы поменяете, например, значение `max_workers`, то количество процессов, выполняющих задания, также изменится.

## clickhouse-local

Принимает на вход данные, которые можно представить в табличном виде и выполняет над ними операции, заданные на [языке запросов ClickHouse](#).

`clickhouse-local` использует движок сервера ClickHouse, т.е. поддерживает все форматы данных и движки таблиц, с которыми работает ClickHouse, при этом для выполнения операций не требуется запущенный сервер.

`clickhouse-local` при настройке по умолчанию не имеет доступа к данным, которыми управляет сервер ClickHouse, установленный на этом же хосте, однако можно подключить конфигурацию сервера с помощью ключа `--config-file`.

## Warning

Мы не рекомендуем подключать серверную конфигурацию к `clickhouse-local`, поскольку данные можно легко повредить неосторожными действиями.

## Вызов программы

Основной формат вызова:

```
$ clickhouse-local --structure "table_structure" --input-format "format_of_incoming_data" -q "query"
```

Ключи команды:

- `-S` , `--structure` — структура таблицы, в которую будут помещены входящие данные.
- `-if` , `--input-format` — формат входящих данных. По умолчанию — `TSV` .
- `-f` , `--file` — путь к файлу с данными. По умолчанию — `stdin` .
- `-q` , `--query` — запросы на выполнение. Разделитель запросов — `;` .
- `-N` , `--table` — имя таблицы, в которую будут помещены входящие данные. По умолчанию — `table` .
- `-of` , `--format` , `--output-format` — формат выходных данных. По умолчанию — `TSV` .
- `--stacktrace` — вывод отладочной информации при исключениях.
- `--verbose` — подробный вывод при выполнении запроса.
- `-s` — отключает вывод системных логов в `stderr` .
- `--config-file` — путь к файлу конфигурации. По умолчанию `clickhouse-local` запускается с пустой конфигурацией. Конфигурационный файл имеет тот же формат, что и для сервера ClickHouse и в нём можно использовать все конфигурационные параметры сервера. Обычно подключение конфигурации не требуется, если требуется установить отдельный параметр, то это можно сделать ключом с именем параметра.
- `--help` — вывод справочной информации о `clickhouse-local` .

## Примеры вызова

```
$ echo -e "1,2\n3,4" | clickhouse-local -S "a Int64, b Int64" -if "CSV" -q "SELECT * FROM table"
Read 2 rows, 32.00 B in 0.000 sec., 5182 rows/sec., 80.97 KiB/sec.
1 2
3 4
```

Вызов выше эквивалентен следующему:

```
$ echo -e "1,2\n3,4" | clickhouse-local -q "CREATE TABLE table (a Int64, b Int64) ENGINE = File(CSV, stdin); SELECT a, b FROM table; DROP TABLE table"
Read 2 rows, 32.00 B in 0.000 sec., 4987 rows/sec., 77.93 KiB/sec.
1 2
3 4
```

А теперь давайте выведем на экран объем оперативной памяти, занимаемой пользователями (Unix):

```
$ ps aux | tail -n +2 | awk '{ printf("%s\t%s\n", $1, $4) }' | clickhouse-local -S "user String, mem Float64" -q "SELECT user, round(sum(mem), 2) as memTotal FROM table GROUP BY user ORDER BY memTotal DESC FORMAT Pretty"
Read 186 rows, 4.15 KiB in 0.035 sec., 5302 rows/sec., 118.34 KiB/sec.
```

user	memTotal
bayonet	113.5
root	8.8
...	

## ClickHouse Development

### Overview of ClickHouse Architecture

ClickHouse is a true column-oriented DBMS. Data is stored by columns, and during the execution of arrays (vectors or chunks of columns). Whenever possible, operations are dispatched on arrays, rather than on individual values. This is called "vectorized query execution," and it helps lower the cost of actual data processing.

This idea is nothing new. It dates back to the `APL` programming language and its descendants: `A +`, `J`, `K`, and `Q`. Array programming is used in scientific data processing. Neither is this idea something new in relational databases: for example, it is used in the `Vectorwise` system.

There are two different approaches for speeding up the query processing: vectorized query execution and runtime code generation. In the latter, the code is generated for every kind of query on the fly, removing all indirection and dynamic dispatch. Neither of these approaches is strictly better than the other. Runtime code generation can be better when it fuses many operations together, thus fully utilizing CPU execution units and the pipeline. Vectorized query execution can be less practical, because it involves temporary vectors that must be written to the cache and read back. If the temporary data does not fit in the L2 cache, this becomes an issue. But vectorized query execution more easily utilizes the SIMD capabilities of the CPU. A [research paper](#) written by our friends shows that it is better to combine both approaches. ClickHouse uses vectorized query execution and has limited initial support for runtime code generation.

### Columns

To represent columns in memory (actually, chunks of columns), the `IColumn` interface is used. This interface provides helper methods for implementation of various relational operators. Almost all operations are immutable: they do not modify the original column, but create a new modified one. For example, the `IColumn :: filter` method accepts a filter byte mask. It is used for the `WHERE` and `HAVING` relational operators. Additional examples: the `IColumn :: permute` method to support `ORDER BY`, the `IColumn :: cut` method to support `LIMIT`, and so on.

Various `IColumn` implementations (`ColumnUInt8`, `ColumnString` and so on) are responsible for the memory layout of columns. Memory layout is usually a contiguous array. For the integer type of columns it is just one contiguous array, like `std :: vector`. For `String` and `Array` columns, it is two vectors: one for all array elements, placed contiguously, and a second one for offsets to the beginning of each array. There is also `ColumnConst` that stores just one value in memory, but looks like a column.

### Field

Nevertheless, it is possible to work with individual values as well. To represent an individual value, the `Field` is used. `Field` is just a discriminated union of `UInt64`, `Int64`, `Float64`, `String` and `Array`. `IColumn` has the `operator[]` method to get the n-th value as a `Field`, and the `insert` method to append a `Field` to the end of a column. These methods are not very efficient, because they require dealing with temporary `Field` objects representing an individual value. There are more

efficient methods, such as `insertFrom`, `insertRangeFrom`, and so on.

`Field` doesn't have enough information about a specific data type for a table. For example, `UInt8`, `UInt16`, `UInt32`, and `UInt64` are all represented as `UInt64` in a `Field`.

## Leaky Abstractions

`IColumn` has methods for common relational transformations of data, but they don't meet all needs. For example, `ColumnUInt64` doesn't have a method to calculate the sum of two columns, and `ColumnString` doesn't have a method to run a substring search. These countless routines are implemented outside of `IColumn`.

Various functions on columns can be implemented in a generic, non-efficient way using `IColumn` methods to extract `Field` values, or in a specialized way using knowledge of inner memory layout of data in a specific `IColumn` implementation. To do this, functions are cast to a specific `IColumn` type and deal with internal representation directly. For example, `ColumnUInt64` has the `getData` method that returns a reference to an internal array, then a separate routine reads or fills that array directly. In fact, we have "leaky abstractions" to allow efficient specializations of various routines.

## Data Types

`IDataType` is responsible for serialization and deserialization: for reading and writing chunks of columns or individual values in binary or text form. `IDataType` directly corresponds to data types in tables. For example, there are `DataTypeUInt32`, `DataTypeDateTime`, `DataTypeString` and so on.

`IDataType` and `IColumn` are only loosely related to each other. Different data types can be represented in memory by the same `IColumn` implementations. For example, `DataTypeUInt32` and `DataTypeDateTime` are both represented by `ColumnUInt32` or `ColumnConstUInt32`. In addition, the same data type can be represented by different `IColumn` implementations. For example, `DataTypeUInt8` can be represented by `ColumnUInt8` or `ColumnConstUInt8`.

`IDataType` only stores metadata. For instance, `DataTypeUInt8` doesn't store anything at all (except vptr) and `DataTypeFixedString` stores just `N` (the size of fixed-size strings).

`IDataType` has helper methods for various data formats. Examples are methods to serialize a value with possible quoting, to serialize a value for JSON, and to serialize a value as part of XML format. There is no direct correspondence to data formats. For example, the different data formats `Pretty` and `TabSeparated` can use the same `serializeTextEscaped` helper method from the `IDataType` interface.

## Block

A `Block` is a container that represents a subset (chunk) of a table in memory. It is just a set of triples: (`IColumn`, `IDataType`, column name). During query execution, data is processed by `Block`s. If we have a `Block`, we have data (in the `IColumn` object), we have information about its type (in `IDataType`) that tells us how to deal with that column, and we have the column name (either the original column name from the table, or some artificial name assigned for getting temporary results of calculations).

When we calculate some function over columns in a block, we add another column with its result to the block, and we don't touch columns for arguments of the function because operations are immutable. Later, unneeded columns can be removed from the block, but not modified. This is convenient for elimination of common subexpressions.

Blocks are created for every processed chunk of data. Note that for the same type of calculation, the column names and types remain the same for different blocks, and only column data changes. It is better to split block data from the block header, because small block sizes will have a high overhead of temporary strings for copying `shared_ptrs` and column names.

## Block Streams

Block streams are for processing data. We use streams of blocks to read data from somewhere, perform data transformations, or write data to somewhere. `IBlockInputStream` has the `read` method to fetch the next block while available. `IBlockOutputStream` has the `write` method to push the block somewhere.

Streams are responsible for:

1. Reading or writing to a table. The table just returns a stream for reading or writing blocks.
2. Implementing data formats. For example, if you want to output data to a terminal in `Pretty` format, you create a block output stream where you push blocks, and it formats them.
3. Performing data transformations. Let's say you have `IBlockInputStream` and want to create a filtered stream. You create `FilterBlockInputStream` and initialize it with your stream. Then when you pull a block from `FilterBlockInputStream`, it pulls a block from your stream, filters it, and returns the filtered block to you. Query execution pipelines are represented this way.

There are more sophisticated transformations. For example, when you pull from `AggregatingBlockInputStream`, it reads all data from its source, aggregates it, and then returns a stream of aggregated data for you. Another example: `UnionBlockInputStream` accepts many input sources in the constructor and also a number of threads. It launches multiple threads and reads from multiple sources in parallel.

Block streams use the "pull" approach to control flow: when you pull a block from the first stream, it consequently pulls the required blocks from nested streams, and the entire execution pipeline will work. Neither "pull" nor "push" is the best solution, because control flow is implicit, and that limits implementation of various features like simultaneous execution of multiple queries (merging many pipelines together). This limitation could be overcome with coroutines or just running extra threads that wait for each other. We may have more possibilities if we make control flow explicit: if we locate the logic for passing data from one calculation unit to another outside of those calculation units. Read this [article](#) for more thoughts.

We should note that the query execution pipeline creates temporary data at each step. We try to keep block size small enough so that temporary data fits in the CPU cache. With that assumption, writing and reading temporary data is almost free in comparison with other calculations. We could consider an alternative, which is to fuse many operations in the pipeline together, to make the pipeline as short as possible and remove much of the temporary data. This could be an advantage, but it also has drawbacks. For example, a split pipeline makes it easy to implement caching intermediate data, stealing intermediate data from similar queries running at the same time, and merging pipelines for similar queries.

## Formats

Data formats are implemented with block streams. There are "presentational" formats only suitable for output of data to the client, such as `Pretty` format, which provides only `IBlockOutputStream`. And there are input/output formats, such as `TabSeparated` or `JSONEachRow`.

There are also row streams: `IRowInputStream` and `IRowOutputStream`. They allow you to pull/push data by individual rows, not by blocks. And they are only needed to simplify implementation of row-oriented formats. The wrappers `BlockInputStreamFromRowInputStream` and `BlockOutputStreamFromRowOutputStream` allow you to convert row-oriented streams to regular block-oriented streams.

## I/O

For byte-oriented input/output, there are `ReadBuffer` and `WriteBuffer` abstract classes. They are used instead of C++ `iostream`s. Don't worry: every mature C++ project is using something other than `iostream`s for good reasons.

`ReadBuffer` and `WriteBuffer` are just a contiguous buffer and a cursor pointing to the position in that buffer. Implementations may own or not own the memory for the buffer. There is a virtual method to fill the buffer with the following data (for `ReadBuffer`) or to flush the buffer somewhere (for `WriteBuffer`). The virtual methods are rarely called.

Implementations of `ReadBuffer` / `WriteBuffer` are used for working with files and file descriptors and network sockets, for implementing compression (`CompressedWriteBuffer` is initialized with another `WriteBuffer` and performs compression before writing data to it), and for other purposes – the names `ConcatReadBuffer`, `LimitReadBuffer`, and `HashingWriteBuffer` speak for themselves.

Read/WriteBuffers only deal with bytes. To help with formatted input/output (for instance, to write a number in decimal format), there are functions from `ReadHelpers` and `WriteHelpers` header files.

Let's look at what happens when you want to write a result set in JSON format to stdout. You have a result set ready to be fetched from `IBlockInputStream`. You create `WriteBufferFromFileDescriptor(STDOUT_FILENO)` to write bytes to stdout. You create `JSONRowOutputStream`, initialized with that `WriteBuffer`, to write rows in JSON to stdout. You create `BlockOutputStreamFromRowOutputStream` on top of it, to represent it as `IBlockOutputStream`. Then you call `copyData` to transfer data from `IBlockInputStream` to `IBlockOutputStream`, and everything works. Internally, `JSONRowOutputStream` will write various JSON delimiters and call the `IDataType::serializeTextJSON` method with a reference to `IColumn` and the row number as arguments. Consequently, `IDataType::serializeTextJSON` will call a method from `WriteHelpers.h`: for example, `writeText` for numeric types and `writeJSONString` for `DataTypeString`.

## Tables

Tables are represented by the `IStorage` interface. Different implementations of that interface are different table engines. Examples are `StorageMergeTree`, `StorageMemory`, and so on. Instances of these classes are just tables.

The most important `IStorage` methods are `read` and `write`. There are also `alter`, `rename`, `drop`, and so on. The `read` method accepts the following arguments: the set of columns to read from a table, the `AST` query to consider, and the desired number of streams to return. It returns one or multiple `IBlockInputStream` objects and information about the stage of data processing that was completed inside a table engine during query execution.

In most cases, the `read` method is only responsible for reading the specified columns from a table, not for any further data processing. All further data processing is done by the query interpreter and is outside the responsibility of `IStorage`.

But there are notable exceptions:

- The `AST` query is passed to the `read` method and the table engine can use it to derive index usage and to read less data from a table.
- Sometimes the table engine can process data itself to a specific stage. For example, `StorageDistributed` can send a query to remote servers, ask them to process data to a stage where data from different remote servers can be merged, and return that preprocessed data. The query interpreter then finishes processing the data.

The table's `read` method can return multiple `IBlockInputStream` objects to allow parallel data processing. These multiple block input streams can read from a table in parallel. Then you can wrap these streams with various transformations (such as expression evaluation or filtering) that can be calculated independently and create a `UnionBlockInputStream` on top of them, to read from multiple streams in parallel.

There are also `TableFunction`s. These are functions that return a temporary `IStorage` object to use in the `FROM` clause of a query.

To get a quick idea of how to implement your own table engine, look at something simple, like `StorageMemory` or `StorageTinyLog`.

As the result of the `read` method, `IStorage` returns `QueryProcessingStage` – information about what parts of the query were already calculated inside storage. Currently we have only very coarse granularity for that information. There is no way for the storage to say "I have already processed this part of the expression in WHERE, for this range of data". We need to work on that.

## Parsers

A query is parsed by a hand-written recursive descent parser. For example, `ParserSelectQuery` just recursively calls the underlying parsers for various parts of the query. Parsers create an `AST`. The `AST` is represented by nodes, which are instances of `IAST`.

Parser generators are not used for historical reasons.

## Interpreters

Interpreters are responsible for creating the query execution pipeline from an `AST`. There are simple interpreters, such as `InterpreterExistsQuery` and `InterpreterDropQuery`, or the more sophisticated `InterpreterSelectQuery`. The query execution pipeline is a combination of block input or output streams. For example, the result of interpreting the `SELECT` query is the `IBlockInputStream` to read the result set from; the result of the `INSERT` query is the `IBlockOutputStream` to write data for insertion to; and the result of interpreting the `INSERT SELECT` query is the `IBlockInputStream` that returns an empty result set on the first read, but that copies data from `SELECT` to `INSERT` at the same time.

`InterpreterSelectQuery` uses `ExpressionAnalyzer` and `ExpressionActions` machinery for query analysis and transformations. This is where most rule-based query optimizations are done. `ExpressionAnalyzer` is quite messy and should be rewritten: various query transformations and optimizations should be extracted to separate classes to allow modular transformations or query.

## Functions

There are ordinary functions and aggregate functions. For aggregate functions, see the next section.

Ordinary functions don't change the number of rows – they work as if they are processing each row independently. In fact, functions are not called for individual rows, but for `Block`'s of data to implement vectorized query execution.

There are some miscellaneous functions, like `blockSize`, `rowNumberInBlock`, and `runningAccumulate`, that exploit block processing and violate the independence of rows.

ClickHouse has strong typing, so implicit type conversion doesn't occur. If a function doesn't support a specific combination of types, an exception will be thrown. But functions can work (be overloaded) for many different combinations of types. For example, the `plus` function (to implement the `+` operator) works for any combination of numeric types: `UInt8 + Float32`, `UInt16 + Int8`, and so on. Also, some variadic functions can accept any number of arguments, such as the `concat` function.

Implementing a function may be slightly inconvenient because a function explicitly dispatches supported data types and supported `IColumns`. For example, the `plus` function has code generated by instantiation of a C++ template for each combination of numeric types, and for constant or non-constant left and right arguments.

This is a nice place to implement runtime code generation to avoid template code bloat. Also, it will make it possible to add fused functions like fused multiply-add, or to make multiple comparisons in one loop iteration.

Due to vectorized query execution, functions are not short-circuit. For example, if you write `WHERE f(x) AND g(y)`, both sides will be calculated, even for rows, when `f(x)` is zero (except when `f(x)` is a zero constant expression). But if selectivity of the `f(x)` condition is high, and calculation of `f(x)` is much cheaper than `g(y)`, it's better to implement multi-pass calculation: first calculate `f(x)`, then filter columns by the result, and then calculate `g(y)` only for smaller, filtered chunks of data.

## Aggregate Functions

Aggregate functions are stateful functions. They accumulate passed values into some state, and allow you to get results from that state. They are managed with the `IAggregateFunction` interface. States can be rather simple (the state for

`AggregateFunctionCount` is just a single `UInt64` value) or quite complex (the state of `AggregateFunctionUniqCombined` is a combination of a linear array, a hash table and a `HyperLogLog` probabilistic data structure).

To deal with multiple states while executing a high-cardinality `GROUP BY` query, states are allocated in `Arena` (a memory pool), or they could be allocated in any suitable piece of memory. States can have a non-trivial constructor and destructor: for example, complex aggregation states can allocate additional memory themselves. This requires some attention to creating and destroying states and properly passing their ownership, to keep track of who and when will destroy states.

Aggregation states can be serialized and deserialized to pass over the network during distributed query execution or to write them on disk where there is not enough RAM. They can even be stored in a table with the `DataTypeAggregateFunction` to allow incremental aggregation of data.

The serialized data format for aggregate function states is not versioned right now. This is ok if aggregate states are only stored temporarily. But we have the `AggregatingMergeTree` table engine for incremental aggregation, and people are already using it in production. This is why we should add support for backward compatibility when changing the serialized format for any aggregate function in the future.

## Server

The server implements several different interfaces:

- An HTTP interface for any foreign clients.
- A TCP interface for the native ClickHouse client and for cross-server communication during distributed query execution.
- An interface for transferring data for replication.

Internally, it is just a basic multithreaded server without coroutines, fibers, etc. Since the server is not designed to process a high rate of simple queries but is intended to process a relatively low rate of complex queries, each of them can process a vast amount of data for analytics.

The server initializes the `Context` class with the necessary environment for query execution: the list of available databases, users and access rights, settings, clusters, the process list, the query log, and so on. This environment is used by interpreters.

We maintain full backward and forward compatibility for the server TCP protocol: old clients can talk to new servers and new clients can talk to old servers. But we don't want to maintain it eternally, and we are removing support for old versions after about one year.

For all external applications, we recommend using the HTTP interface because it is simple and easy to use. The TCP protocol is more tightly linked to internal data structures: it uses an internal format for passing blocks of data and it uses custom framing for compressed data. We haven't released a C library for that protocol because it requires linking most of the ClickHouse codebase, which is not practical.

## Distributed Query Execution

Servers in a cluster setup are mostly independent. You can create a `Distributed` table on one or all servers in a cluster. The `Distributed` table does not store data itself – it only provides a "view" to all local tables on multiple nodes of a cluster. When you `SELECT` from a `Distributed` table, it rewrites that query, chooses remote nodes according to load balancing settings, and sends the query to them. The `Distributed` table requests remote servers to process a query just up to a stage where intermediate results from different servers can be merged. Then it receives the intermediate results and merges them. The distributed table tries to distribute as much work as possible to remote servers, and does not send much intermediate data over the network.

Things become more complicated when you have subqueries in IN or JOIN clauses and each of them uses a Distributed table. We have different strategies for execution of these queries.

There is no global query plan for distributed query execution. Each node has its own local query plan for its part of the job. We only have simple one-pass distributed query execution: we send queries for remote nodes and then merge the results. But this is not feasible for difficult queries with high cardinality GROUP BYs or with a large amount of temporary data for JOIN: in such cases, we need to "reshuffle" data between servers, which requires additional coordination.

ClickHouse does not support that kind of query execution, and we need to work on it.

## Merge Tree

MergeTree is a family of storage engines that supports indexing by primary key. The primary key can be an arbitrary tuple of columns or expressions. Data in a MergeTree table is stored in "parts". Each part stores data in the primary key order (data is ordered lexicographically by the primary key tuple). All the table columns are stored in separate column.bin files in these parts. The files consist of compressed blocks. Each block is usually from 64 KB to 1 MB of uncompressed data, depending on the average value size. The blocks consist of column values placed contiguously one after the other. Column values are in the same order for each column (the order is defined by the primary key), so when you iterate by many columns, you get values for the corresponding rows.

The primary key itself is "sparse". It doesn't address each single row, but only some ranges of data. A separate primary.idx file has the value of the primary key for each N-th row, where N is called index\_granularity (usually, N = 8192). Also, for each column, we have column.mrk files with "marks," which are offsets to each N-th row in the data file. Each mark is a pair: the offset in the file to the beginning of the compressed block, and the offset in the decompressed block to the beginning of data. Usually compressed blocks are aligned by marks, and the offset in the decompressed block is zero. Data for primary.idx always resides in memory and data for column.mrk files is cached.

When we are going to read something from a part in MergeTree, we look at primary.idx data and locate ranges that could possibly contain requested data, then look at column.mrk data and calculate offsets for where to start reading those ranges. Because of sparseness, excess data may be read. ClickHouse is not suitable for a high load of simple point queries, because the entire range with index\_granularity rows must be read for each key, and the entire compressed block must be decompressed for each column. We made the index sparse because we must be able to maintain trillions of rows per single server without noticeable memory consumption for the index. Also, because the primary key is sparse, it is not unique: it cannot check the existence of the key in the table at INSERT time. You could have many rows with the same key in a table.

When you INSERT a bunch of data into MergeTree, that bunch is sorted by primary key order and forms a new part. To keep the number of parts relatively low, there are background threads that periodically select some parts and merge them to a single sorted part. That's why it is called MergeTree. Of course, merging leads to "write amplification". All parts are immutable: they are only created and deleted, but not modified. When SELECT is run, it holds a snapshot of the table (a set of parts). After merging, we also keep old parts for some time to make recovery after failure easier, so if we see that some merged part is probably broken, we can replace it with its source parts.

MergeTree is not an LSM tree because it doesn't contain "memtable" and "log": inserted data is written directly to the filesystem. This makes it suitable only to INSERT data in batches, not by individual row and not very frequently – about once per second is ok, but a thousand times a second is not. We did it this way for simplicity's sake, and because we are already inserting data in batches in our applications.

MergeTree tables can only have one (primary) index: there aren't any secondary indices. It would be nice to allow multiple physical representations under one logical table, for example, to store data in more than one physical order or even to allow representations with pre-aggregated data along with original data.

There are MergeTree engines that are doing additional work during background merges. Examples are CollapsingMergeTree and AggregatingMergeTree. This could be treated as special support for updates. Keep in mind that these are not real updates because users usually have no control over the time when background merges will be

executed, and data in a `MergeTree` table is almost always stored in more than one part, not in completely merged form.

## Replication

Replication in ClickHouse is implemented on a per-table basis. You could have some replicated and some non-replicated tables on the same server. You could also have tables replicated in different ways, such as one table with two-factor replication and another with three-factor.

Replication is implemented in the `ReplicatedMergeTree` storage engine. The path in `ZooKeeper` is specified as a parameter for the storage engine. All tables with the same path in `ZooKeeper` become replicas of each other: they synchronize their data and maintain consistency. Replicas can be added and removed dynamically simply by creating or dropping a table.

Replication uses an asynchronous multi-master scheme. You can insert data into any replica that has a session with `ZooKeeper`, and data is replicated to all other replicas asynchronously. Because ClickHouse doesn't support `UPDATEs`, replication is conflict-free. As there is no quorum acknowledgment of inserts, just-inserted data might be lost if one node fails.

Metadata for replication is stored in `ZooKeeper`. There is a replication log that lists what actions to do. Actions are: get part; merge parts; drop partition, etc. Each replica copies the replication log to its queue and then executes the actions from the queue. For example, on insertion, the "get part" action is created in the log, and every replica downloads that part. Merges are coordinated between replicas to get byte-identical results. All parts are merged in the same way on all replicas. To achieve this, one replica is elected as the leader, and that replica initiates merges and writes "merge parts" actions to the log.

Replication is physical: only compressed parts are transferred between nodes, not queries. To lower the network cost (to avoid network amplification), merges are processed on each replica independently in most cases. Large merged parts are sent over the network only in cases of significant replication lag.

In addition, each replica stores its state in `ZooKeeper` as the set of parts and its checksums. When the state on the local filesystem diverges from the reference state in `ZooKeeper`, the replica restores its consistency by downloading missing and broken parts from other replicas. When there is some unexpected or broken data in the local filesystem, ClickHouse does not remove it, but moves it to a separate directory and forgets it.

The ClickHouse cluster consists of independent shards, and each shard consists of replicas. The cluster is not elastic, so after adding a new shard, data is not rebalanced between shards automatically. Instead, the cluster load will be uneven. This implementation gives you more control, and it is fine for relatively small clusters such as tens of nodes. But for clusters with hundreds of nodes that we are using in production, this approach becomes a significant drawback. We should implement a table engine that will span its data across the cluster with dynamically replicated regions that could be split and balanced between clusters automatically.

## How to Build ClickHouse Release Package

### Install Git and Pbuilder

```
$ sudo apt-get update  
$ sudo apt-get install git pbuilder debhelper lsb-release fakeroot sudo debian-archive-keyring debian-keyring
```

### Checkout ClickHouse Sources

```
$ git clone --recursive --branch master https://github.com/ClickHouse/ClickHouse.git  
$ cd ClickHouse
```

### Run Release Script

```
$ ./release
```

## How to Build ClickHouse for Development

The following tutorial is based on the Ubuntu Linux system. With appropriate changes, it should also work on any other Linux distribution. Supported platforms: x86\_64 and AArch64. Support for Power9 is experimental.

### Install Git, CMake and Ninja

```
$ sudo apt-get install git cmake ninja-build
```

Or cmake3 instead of cmake on older systems.

### Install GCC 9

There are several ways to do this.

#### Install from a PPA Package

```
$ sudo apt-get install software-properties-common  
$ sudo apt-add-repository ppa:ubuntu-toolchain-r/test  
$ sudo apt-get update  
$ sudo apt-get install gcc-9 g++-9
```

#### Install from Sources

Look at [utils/ci/build-gcc-from-sources.sh](#)

### Use GCC 9 for Builds

```
$ export CC=gcc-9  
$ export CXX=g++-9
```

### Install Required Libraries from Packages

```
$ sudo apt-get install libreadline-dev
```

### Checkout ClickHouse Sources

```
$ git clone --recursive git@github.com:ClickHouse/ClickHouse.git
```

or

```
$ git clone --recursive https://github.com/ClickHouse/ClickHouse.git  
$ cd ClickHouse
```

### Build ClickHouse

```
$ mkdir build  
$ cd build  
$ cmake ..  
$ ninja  
$ cd ..
```

To create an executable, run `ninja clickhouse`. This will create the `dbms/programs/clickhouse` executable, which can be used with `client` or `server` arguments.

## How to Build ClickHouse on Mac OS X

Build should work on Mac OS X 10.12.

### Install Homebrew

```
$ /usr/bin/ruby -e "$(curl -fsSL https://raw.githubusercontent.com/Homebrew/install/master/install)"
```

### Install Required Compilers, Tools, and Libraries

```
$ brew install cmake ninja libtool gettext readline
```

### Checkout ClickHouse Sources

```
$ git clone --recursive git@github.com:yandex/ClickHouse.git
```

or

```
$ git clone --recursive https://github.com/yandex/ClickHouse.git  
$ cd ClickHouse
```

For the latest stable version, switch to the `stable` branch.

### Build ClickHouse

```
$ mkdir build  
$ cd build  
$ cmake .. -DCMAKE_CXX_COMPILER=`which clang++` -DCMAKE_C_COMPILER=`which clang`  
$ ninja  
$ cd ..
```

### Caveats

If you intend to run `clickhouse-server`, make sure to increase the system's `maxfiles` variable.

#### Note

You'll need to use sudo.

To do so, create the following file:

/Library/LaunchDaemons/limit.maxfiles.plist:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!DOCTYPE plist PUBLIC "-//Apple//DTD PLIST 1.0//EN"
 "http://www.apple.com/DTDs/PropertyList-1.0.dtd">
<plist version="1.0">
<dict>
<key>Label</key>
<string>limit.maxfiles</string>
<key>ProgramArguments</key>
<array>
<string>launchctl</string>
<string>limit</string>
<string>maxfiles</string>
<string>524288</string>
<string>524288</string>
</array>
<key>RunAtLoad</key>
<true/>
<key>ServiceIPC</key>
<false/>
</dict>
</plist>
```

Execute the following command:

```
$ sudo chown root:wheel /Library/LaunchDaemons/limit.maxfiles.plist
```

Reboot.

To check if it's working, you can use `ulimit -n` command.

## How to Build ClickHouse on Linux for Mac OS X

This is for the case when you have Linux machine and want to use it to build `clickhouse` binary that will run on OS X. This is intended for continuous integration checks that run on Linux servers. If you want to build ClickHouse directly on Mac OS X, then proceed with another instruction: [https://clickhouse.yandex/docs/en/development/build\\_osx/](https://clickhouse.yandex/docs/en/development/build_osx/)

The cross-build for Mac OS X is based on the [Build instructions](#), follow them first.

## Install Clang-8

Follow the instructions from <https://apt.llvm.org/> for your Ubuntu or Debian setup. For example the commands for Bionic are like:

```
sudo echo "deb [trusted=yes] http://apt.llvm.org/bionic/ llvm-toolchain-bionic-8 main" >> /etc/apt/sources.list
sudo apt-get install clang-8
```

## Install Cross-Compilation Toolset

Let's remember the path where we install `cctools` as  `${CCTOOLS}`

```
mkdir ${CCTOOLS}

git clone https://github.com/tpoechtrager/apple-libtapi.git
cd apple-libtapi
INSTALLPREFIX=${CCTOOLS} ./build.sh
./install.sh
cd ..

git clone https://github.com/tpoechtrager/cctools-port.git
cd cctools-port/cctools
./configure --prefix=${CCTOOLS} --with-libtapi=${CCTOOLS} --target=x86_64-apple-darwin
make install
```

Also, we need to download MacOS X SDK into the working tree.

```
cd ClickHouse
wget 'https://github.com/phracker/MacOSX-SDKs/releases/download/10.14-beta4/MacOSX10.14.sdk.tar.xz'
mkdir -p build-darwin/cmake/toolchain/darwin-x86_64
tar xJf MacOSX10.14.sdk.tar.xz -C build-darwin/cmake/toolchain/darwin-x86_64 --strip-components=1
```

## Build ClickHouse

```
cd ClickHouse
mkdir build-osx
CC=clang-8 CXX=clang++-8 cmake . -Bbuild-osx -DCMAKE_TOOLCHAIN_FILE=cmake/darwin/toolchain-x86_64.cmake \
-DCMAKE_AR:FILEPATH=${CCTOOLS}/bin/x86_64-apple-darwin-ar \
-DCMAKE_RANLIB:FILEPATH=${CCTOOLS}/bin/x86_64-apple-darwin-ranlib \
-DLINKER_NAME=${CCTOOLS}/bin/x86_64-apple-darwin-ld
ninja -C build-osx
```

The resulting binary will have Mach-O executable format and can't be run on Linux.

## Как писать код на C++

### Общее

1. Этот текст носит рекомендательный характер.
2. Если вы редактируете код, то имеет смысл писать так, как уже написано.
3. Стиль нужен для единства. Единообразие нужно, чтобы было проще (удобнее) читать код. А также, чтобы было легче осуществлять поиск по коду.
4. Многие правила продиктованы не какими либо разумными соображениями, а сложившейся практикой.

### Форматирование

1. Большую часть форматирования сделает автоматически `clang-format`.
2. Отступы — 4 пробела. Настройте среду разработки так, чтобы таб добавлял четыре пробела.
3. Открывающая и закрывающие фигурные скобки на отдельной строке.

```
inline void readBoolText(bool & x, ReadBuffer & buf)
{
    char tmp = '0';
    readChar(tmp, buf);
    x = tmp != '0';
}
```

4. Если всё тело функции — один statement , то его можно разместить на одной строке. При этом, вокруг фигурных скобок ставятся пробелы (кроме пробела на конце строки).

```
inline size_t mask() const { return buf_size() - 1; }
inline size_t place(HashValue x) const { return x & mask(); }
```

5. Для функций. Пробелы вокруг скобок не ставятся.

```
void reinsert(const Value & x)

memcpy(&buf[place_value], &x, sizeof(x));
```

6. В выражениях if , for , while и т.д. перед открывающей скобкой ставится пробел (в отличие от вызовов функций).

```
for (size_t i = 0; i < rows; i += storage.index_granularity)
```

7. Вокруг бинарных операторов ( + , - , \* , / , % , ...), а также тернарного оператора ?: ставятся пробелы.

```
UInt16 year = (s[0] - '0') * 1000 + (s[1] - '0') * 100 + (s[2] - '0') * 10 + (s[3] - '0');
UInt8 month = (s[5] - '0') * 10 + (s[6] - '0');
UInt8 day = (s[8] - '0') * 10 + (s[9] - '0');
```

8. Если ставится перенос строки, то оператор пишется на новой строке, и перед ним увеличивается отступ.

```
if (elapsed_ns)
    message << "("
        << rows_read_on_server * 1000000000 / elapsed_ns << " rows/s., "
        << bytes_read_on_server * 1000.0 / elapsed_ns << " MB/s.)";
```

9. Внутри строки можно, выполнять выравнивание с помощью пробелов.

```
dst.ClickLogID      = click.LogID;
dst.ClickEventID    = click.EventID;
dst.ClickGoodEvent  = click.GoodEvent;
```

10. Вокруг операторов . , -> не ставятся пробелы.

При необходимости, оператор может быть перенесён на новую строку. В этом случае, перед ним увеличивается отступ.

11. Унарные операторы -- , ++ , \* , & , ... не отделяются от аргумента пробелом.

12. После запятой ставится пробел, а перед — нет. Аналогично для точки с запятой внутри выражения for .

13. Оператор [] не отделяется пробелами.

14. В выражении template <...> , между template и < ставится пробел, а после < и до > не ставится.

```
template <typename TKey, typename TValue>
struct AggregatedStatElement
{}
```

15. В классах и структурах, public , private , protected пишется на том же уровне, что и class/struct , а остальной код с отступом.

```
template <typename T>
class MultiVersion
{
public:
    /// Version of object for usage. shared_ptr manage lifetime of version.
    using Version = std::shared_ptr<const T>;
    ...
}
```

16. Если на весь файл один `namespace` и кроме него ничего существенного нет, то отступ внутри `namespace` не нужен.

17. Если блок для выражения `if`, `for`, `while`, ... состоит из одного `statement`, то фигурные скобки не обязательны. Вместо этого поместите `statement` на отдельную строку. Это правило справедливо и для вложенных `if`, `for`, `while`, ...

Если внутренний `statement` содержит фигурные скобки или `else`, то внешний блок следует писать в фигурных скобках.

```
/// Finish write.
for (auto & stream : streams)
    stream.second->finalize();
```

18. Не должно быть пробелов на концах строк.

19. Исходники в кодировке UTF-8.

20. В строковых литералах можно использовать не-ASCII.

```
<< ", " << (timer.elapsed() / chunks_stats.hits) << " µsec(hit);"
```

21. Не пишите несколько выражений в одной строке.

22. Внутри функций группируйте блоки кода, отделяя их не более, чем одной пустой строкой.

23. Функции, классы, и т. п. отделяются друг от друга одной или двумя пустыми строками.

24. `const` (относящийся к значению) пишется до имени типа.

```
//correct
const char * pos
const std::string & s
//incorrect
char const * pos
```

25. При объявлении указателя или ссылки, символы `*` и `&` отделяются пробелами с обеих сторон.

```
//correct
const char * pos
//incorrect
const char* pos
const char *pos
```

26. При использовании шаблонных типов, пишите `using` (кроме, возможно, простейших случаев).

То есть, параметры шаблона указываются только в `using` и затем не повторяются в коде.

`using` может быть объявлен локально, например, внутри функции.

```
//correct
using FileStreams = std::map<std::string, std::shared_ptr<Stream>>;
FileStreams streams;
//incorrect
std::map<std::string, std::shared_ptr<Stream>> streams;
```

27. Нельзя объявлять несколько переменных разных типов в одном выражении.

```
//incorrect
int x, *y;
```

28. C-style cast не используется.

```
//incorrect
std::cerr << (int)c <<; std::endl;
//correct
std::cerr << static_cast<int>(c) << std::endl;
```

29. В классах и структурах, группируйте отдельно методы и отдельно члены, внутри каждой области видимости.

30. Для не очень большого класса/структурь, можно не отделять объявления методов от реализации.

Аналогично для маленьких методов в любых классах/структурах.

Для шаблонных классов/структур, лучше не отделять объявления методов от реализации (так как иначе они всё равно должны быть определены в той же единице трансляции).

31. Не обязательно умещать код по ширине в 80 символов. Можно в 140.

32. Всегда используйте префиксный инкремент/декремент, если постфиксный не нужен.

```
for (Names::const_iterator it = column_names.begin(); it != column_names.end(); ++it)
```

## Комментарии

1. Необходимо обязательно писать комментарии во всех нетривиальных местах.

Это очень важно. При написании комментария, можно успеть понять, что код не нужен вообще, или что всё сделано неверно.

```
/** Part of piece of memory, that can be used.
 * For example, if internal_buffer is 1MB, and there was only 10 bytes loaded to buffer from file for reading,
 * then working_buffer will have size of only 10 bytes
 * (working_buffer.end() will point to position right after those 10 bytes available for read).
 */
```

2. Комментарии могут быть сколь угодно подробными.

3. Комментарии пишутся до соответствующего кода. В редких случаях после, на той же строке.

```
/** Parses and executes the query.
 */
void executeQuery(
    ReadBuffer & istr, /// Where to read the query from (and data for INSERT, if applicable)
    WriteBuffer & ostr, // Where to write the result
    Context & context, // DB, tables, data types, engines, functions...
    BlockInputStreamPtr & query_plan, // Here could be written the description on how query was executed
    QueryProcessingStage::Enum stage = QueryProcessingStage::Complete // Up to which stage process the SELECT query
)
```

4. Комментарии следует писать только на английском языке.

5. При написании библиотеки, разместите подробный комментарий о том, что это такое, в самом главном заголовочном файле.

6. Нельзя писать комментарии, которые не дают дополнительной информации. В частности, нельзя писать пустые комментарии вроде этого:

```
/*
 * Procedure Name:
 * Original procedure name:
 * Author:
 * Date of creation:
 * Dates of modification:
 * Modification authors:
 * Original file name:
 * Purpose:
 * Intent:
 * Designation:
 * Classes used:
 * Constants:
 * Local variables:
 * Parameters:
 * Date of creation:
 * Purpose:
 */
```

Пример взят с ресурса <http://home.tamk.fi/~jaalto/course/coding-style/doc/unmaintainable-code/>.

7. Нельзя писать мусорные комментарии (автор, дата создания...) в начале каждого файла.

8. Однострочные комментарии начинаются с трёх слешей: `///`, многострочные с `/**`. Такие комментарии считаются «документирующими».

Замечание: такие комментарии могут использоваться для генерации документации с помощью Doxygen. Но, фактически, Doxygen не используется, так как для навигации по коду гораздо удобнее использовать возможности IDE.

9. В начале и конце многострочного комментария, не должно быть пустых строк (кроме строки, на которой закрывается многострочный комментарий).

10. Для закомментированных кусков кода, используются обычные, не "документирующие" комментарии.

11. Удаляйте закомментированные куски кода перед коммитом.

12. Не нужно писать нецензурную брань в комментариях или коде.

13. Не пишите прописными буквами. Не используйте излишнее количество знаков препинания.

```
/// WHAT THE FAIL???
```

14. Не составляйте из комментариев строки-разделители.

```
///*****
```

15. Не нужно писать в комментарии диалог (лучше сказать устно).

```
/// Why did you do this stuff?
```

16. Не нужно писать комментарий в конце блока о том, что представлял собой этот блок.

```
/// for
```

## Имена

1. В именах переменных и членов класса используйте маленькие буквами с подчёркиванием.

```
size_t max_block_size;
```

2. Имена функций (методов) camelCase с маленькой буквы.

```
std::string getName() const override { return "Memory"; }
```

3. Имена классов (структур) - CamelCase с большой буквы. Префиксы кроме I для интерфейсов - не используются.

```
class StorageMemory : public IStorage
```

4. using называются также, как классы, либо с \_t на конце.

5. Имена типов — параметров шаблонов: в простых случаях - T ; T , U ; T1 , T2 .

В более сложных случаях - либо также, как имена классов, либо можно добавить в начало букву T .

```
template <typename TKey, typename TValue>
struct AggregatedStatElement
```

6. Имена констант — параметров шаблонов: либо также, как имена переменных, либо N в простом случае.

```
template <bool without_www>
struct ExtractDomain
```

7. Для абстрактных классов (интерфейсов) можно добавить в начало имени букву I .

```
class IBlockInputStream
```

8. Если переменная используется достаточно локально, то можно использовать короткое имя.

В остальных случаях используйте имя, описывающее смысл.

```
bool info_successfully_loaded = false;
```

9. В именах define и глобальных констант используется ALL\_CAPS с подчёркиванием.

```
##define MAX_SRC_TABLE_NAMES_TO_STORE 1000
```

10. Имена файлов с кодом называйте по стилю соответственно тому, что в них находится.

Если в файле находится один класс, назовите файл, как класс (CamelCase).

Если в файле находится одна функция, назовите файл, как функцию (camelCase).

11. Если имя содержит сокращение, то:

- для имён переменных, всё сокращение пишется маленькими буквами mysql\_connection (не mySQL\_connection ).
- для имён классов и функций, сохраняются большие буквы в сокращении MySQLConnection (не MySqlConnection ).

12. Параметры конструктора, использующиеся сразу же для инициализации соответствующих членов класса, следует назвать также, как и члены класса, добавив подчёркивание в конец.

```
FileQueueProcessor(  
    const std::string & path_,  
    const std::string & prefix_,  
    std::shared_ptr<FileHandler> handler_)  
: path(path_),  
prefix(prefix_),  
handler(handler_),  
log(&Logger::get("FileQueueProcessor"))  
{  
}
```

Также можно называть параметры конструктора так же, как и члены класса (не добавлять подчёркивание), но только если этот параметр не используется в теле конструктора.

13. Именование локальных переменных и членов класса никак не отличается (никакие префиксы не нужны).

```
timer (not m_timer)
```

14. Константы в `enum` — CamelCase с большой буквы. Также допустим ALL\_CAPS. Если `enum` не локален, то используйте `enum class`.

```
enum class CompressionMethod  
{  
    QuickLZ = 0,  
    LZ4     = 1,  
};
```

15. Все имена - по-английски. Транслит с русского использовать нельзя.

```
не Stroka
```

16. Сокращения (из нескольких букв разных слов) в именах можно использовать только если они являются общепринятыми (если для сокращения можно найти расшифровку в английской википедии или сделав поисковый запрос).

```
`AST`, `SQL`.
```

```
Не `NVDH` (что-то неведомое)
```

Сокращения в виде обрезанного слова можно использовать, только если такое сокращение является широко используемым.

Впрочем, сокращения также можно использовать, если расшифровка находится рядом в комментарии.

17. Имена файлов с исходниками на C++ должны иметь расширение только `.cpp`. Заголовочные файлы - только `.h`.

## Как писать код

1. Управление памятью.

Ручное освобождение памяти (`delete`) можно использовать только в библиотечном коде.

В свою очередь, в библиотечном коде, оператор `delete` можно использовать только в деструкторах.

В прикладном коде следует делать так, что память освобождается каким-либо объектом, который владеет ей.

Примеры:

- проще всего разместить объект на стеке, или сделать его членом другого класса.

- для большого количества маленьких объектов используйте контейнеры.
- для автоматического освобождения маленького количества объектов, выделенных на куче, используйте `shared_ptr/unique_ptr`.

## 2. Управление ресурсами.

Используйте `RAII` и см. пункт выше.

## 3. Обработка ошибок.

Используйте исключения. В большинстве случаев, нужно только кидать исключения, а ловить - не нужно (потому что `RAII`).

В программах офлайн обработки данных, зачастую, можно не ловить исключения.

В серверах, обрабатывающих пользовательские запросы, как правило, достаточно ловить исключения на самом верху обработчика соединения.

В функциях потока, следует ловить и запоминать все исключения, чтобы выкинуть их в основном потоке после `join`.

```
// Если вычислений ещё не было - вычислим первый блок синхронно
if (!started)
{
    calculate();
    started = true;
}
else // Если вычисления уже идут - подождём результата
    pool.wait();

if (exception)
    exception->rethrow();
```

Ни в коем случае не «проглатывайте» исключения без разбора. Ни в коем случае, не превращайте все исключения без разбора в сообщения в логе.

```
//Not correct
catch (...) {}
```

Если вам нужно проигнорировать какие-то исключения, то игнорируйте только конкретные, а остальные кидайте обратно.

```
catch (const DB::Exception & e)
{
    if (e.code() == ErrorCodes::UNKNOWN_AGGREGATE_FUNCTION)
        return nullptr;
    else
        throw;
}
```

При использовании функций, использующих коды возврата или `errno`, проверяйте результат и кидайте исключение.

```
if (0 != close(fd))
    throwFromErrno("Cannot close file " + file_name, ErrorCodes::CANNOT_CLOSE_FILE);
```

`assert` не используются.

## 4. Типы исключений.

В прикладном коде не требуется использовать сложную иерархию исключений. Желательно, чтобы текст

исключения был понятен системному администратору.

## 5. Исключения, вылетающие из деструкторов.

Использовать не рекомендуется, но допустимо.

Используйте следующие варианты:

- Сделайте функцию (`done()` или `finalize()`), которая позволяет заранее выполнить всю работу, в процессе которой может возникнуть исключение. Если эта функция была вызвана, то затем в деструкторе не должно возникать исключений.
- Слишком сложную работу (например, отправку данных по сети) можно вообще не делать в деструкторе, рассчитывая, что пользователь заранее позовёт метод для завершения работы.
- Если в деструкторе возникло исключение, желательно не "проглатывать" его, а вывести информацию в лог (если в этом месте доступен логгер).
- В простых программах, если соответствующие исключения не ловятся, и приводят к завершению работы с записью информации в лог, можно не беспокоиться об исключениях, вылетающих из деструкторов, так как вызов `std::terminate` (в случае `noexcept` по умолчанию в C++11), является приемлемым способом обработки исключения.

## 6. Отдельные блоки кода.

Внутри одной функции, можно создать отдельный блок кода, для того, чтобы сделать некоторые переменные локальными в нём, и для того, чтобы соответствующие деструкторы были вызваны при выходе из блока.

```
Block block = data.in->read();

{
    std::lock_guard<std::mutex> lock(mutex);
    data.ready = true;
    data.block = block;
}

ready_any.set();
```

## 7. Многопоточность.

В программах оффайн обработки данных:

- сначала добейтесь более-менее максимальной производительности на одном процессорном ядре, потом можно распараллеливать код, но только если есть необходимость.

В программах - серверах:

- используйте пул потоков для обработки запросов. На данный момент, у нас не было задач, в которых была бы необходимость использовать userspace context switching.

`Fork` для распараллеливания не используется.

## 8. Синхронизация потоков.

Часто можно сделать так, чтобы отдельные потоки писали данные в разные ячейки памяти (лучше в разные кэш-линии), и не использовать синхронизацию потоков (кроме `joinAll`).

Если синхронизация нужна, то в большинстве случаев, достаточно использовать `mutex` под `lock_guard`.

В остальных случаях, используйте системные примитивы синхронизации. Не используйте `busy wait`.

Атомарные операции можно использовать только в простейших случаях.

Не нужно писать самостоятельно lock-free структуры данных, если вы не являетесь экспертом.

## 9. Ссылки и указатели.

В большинстве случаев, предпочтайте ссылки.

## 10. const.

Используйте константные ссылки, указатели на константу, `const_iterator`, константные методы.

Считайте, что `const` — вариант написания «по умолчанию», а отсутствие `const` только при необходимости.

Для переменных, передающихся по значению, использовать `const` обычно не имеет смысла.

## 11. unsigned.

Используйте `unsigned`, если нужно.

## 12. Числовые типы.

Используйте типы `UInt8`, `UInt16`, `UInt32`, `UInt64`, `Int8`, `Int16`, `Int32`, `Int64`, а также `size_t`, `ssize_t`, `ptrdiff_t`.

Не используйте для чисел типы `signed/unsigned long`, `long long`, `short`, `signed/unsigned char`, `char`.

## 13. Передача аргументов.

Сложные значения передавайте по ссылке (включая `std::string`).

Если функция захватывает владение объектом, созданным на куче, то сделайте типом аргумента `shared_ptr` или `unique_ptr`.

## 14. Возврат значений.

В большинстве случаев, просто возвращайте значение с помощью `return`. Не пишите `[return std::move(res)]{.strike}`.

Если внутри функции создаётся объект на куче и отдаётся наружу, то возвращайте `shared_ptr` или `unique_ptr`.

В некоторых редких случаях, может потребоваться возвращать значение через аргумент функции. В этом случае, аргументом будет ссылка.

```
using AggregateFunctionPtr = std::shared_ptr<IAggregateFunction>;  
  
/** Позволяет создать агрегатную функцию по её имени.  
 */  
class AggregateFunctionFactory  
{  
public:  
    AggregateFunctionFactory();  
    AggregateFunctionPtr get(const String & name, const DataTypes & argument_types) const;
```

## 15. namespace.

Для прикладного кода отдельный `namespace` использовать не нужно.

Для маленьких библиотек - не требуется.

Для не совсем маленьких библиотек - поместите всё в `namespace`.

Внутри библиотеки в `.h` файле можно использовать `namespace detail` для деталей реализации, не нужных прикладному коду.

В `.cpp` файле можно использовать `static` или анонимный `namespace` для скрытия символов.

Также, `namespace` можно использовать для `enum`, чтобы соответствующие имена не попали во внешний `namespace` (но лучше использовать `enum class`).

## 16. Отложенная инициализация.

Обычно, если для инициализации требуются аргументы, то не пишите конструктор по умолчанию.

Если потом вам потребовалась отложенная инициализация, то вы можете дописать конструктор по умолчанию (который создаст объект с некорректным состоянием). Или, для небольшого количества объектов, можно использовать `shared_ptr/unique_ptr`.

```
Loader(DB::Connection * connection_, const std::string & query, size_t max_block_size_);  
  
/// Для отложенной инициализации  
Loader() {}
```

## 17. Виртуальные функции.

Если класс не предназначен для полиморфного использования, то не нужно делать функции виртуальными зря. Это относится и к деструктору.

## 18. Кодировки.

Везде используется UTF-8. Используется `std::string`, `char *`. Не используется `std::wstring`, `wchar_t`.

## 19. Логирование.

См. примеры везде в коде.

Перед коммитом, удалите всё бессмысленное и отладочное логирование, и другие виды отладочного вывода.

Не должно быть логирования на каждую итерацию внутреннего цикла, даже уровня `Trace`.

При любом уровне логирования, логи должно быть возможно читать.

Логирование следует использовать, в основном, только в прикладном коде.

Сообщения в логе должны быть написаны на английском языке.

Желательно, чтобы лог был понятен системному администратору.

Не нужно писать ругательства в лог.

В логе используется кодировка UTF-8. Изредка можно использовать в логе не-ASCII символы.

## 20. Ввод-вывод.

Во внутренних циклах (в критичных по производительности участках программы) нельзя использовать `iostreams` (в том числе, ни в коем случае не используйте `stringstream`).

Вместо этого используйте библиотеку `DB/IO`.

## 21. Дата и время.

См. библиотеку `DateLUT`.

## 22. include.

В заголовочном файле используется только `#pragma once`, а `include guards` писать не нужно.

## 23. using.

`using namespace` не используется. Можно использовать `using` что-то конкретное. Лучше локально, внутри класса или функции.

24. Не нужно использовать `trailing return type` для функций, если в этом нет необходимости.

```
[auto f() -> void]{.strike}
```

25. Объявление и инициализация переменных.

```
//right way  
std::string s = "Hello";  
std::string s{"Hello"};
```

```
//wrong way  
auto s = std::string("Hello");
```

26. Для виртуальных функций, пишите `virtual` в базовом классе, а в классах-наследниках, пишите `override` и не пишите `virtual`.

## Неиспользуемые возможности языка C++

1. Виртуальное наследование не используется.

2. Спецификаторы исключений из C++03 не используются.

## Платформа

1. Мы пишем код под конкретную платформу.

Хотя, при прочих равных условиях, предпочтается более-менее кроссплатформенный или легко портируемый код.

2. Язык - C++17.

3. Компилятор - `gcc`. На данный момент (декабрь 2017), код собирается версией 7.2. (Также код может быть собран `clang 5`)

Используется стандартная библиотека (реализация `libstdc++` или `libc++`).

4. ОС - Linux Ubuntu, не более старая, чем Precise.

5. Код пишется под процессор с архитектурой x86\_64.

Набор инструкций минимальный из поддержанных нашими серверами. Сейчас это - SSE4.2.

6. Используются флаги компиляции `-Wall -Wextra -Werror`.

7. Используется статическая линковка со всеми библиотеками кроме тех, которые трудно подключить статически (см. вывод команды `ldd`).

8. Код разрабатывается и отлаживается с релизными параметрами сборки.

## Инструментарий

1. Хорошая среда разработки - KDevelop.

2. Для отладки используется `gdb`, `valgrind` (`memcheck`), `strace`, `-fsanitize=...`, `tcmalloc_minimal_debug`.

3. Для профилирования используется Linux Perf , valgrind ( callgrind ), strace -cf .
4. Исходники в Git.
5. Сборка с помощью CMake .
6. Программы выкладываются с помощью deb пакетов.
7. Коммиты в master не должны ломать сборку проекта.  
А работоспособность собранных программ гарантируется только для отдельных ревизий.
8. Коммитьте как можно чаще, в том числе и нерабочий код.  
Для этого следует использовать бранчи.  
Если ваш код в ветке master ещё не собирается, исключите его из сборки перед push , также вы будете должны его доработать или удалить в течение нескольких дней.
9. Для нетривиальных изменений, используются бранчи. Следует загружать бранчи на сервер.
10. Ненужный код удаляется из исходников.

## Библиотеки

1. Используются стандартная библиотека C++14 (допустимо использовать экспериментальные расширения) а также фреймворки boost , Poco .  
Если есть хорошее готовое решение, то оно используется, даже если для этого придётся установить ещё одну библиотеку.  
(Но будьте готовы к тому, что иногда вам придётся выбрасывать плохие библиотеки из кода.)
2. При необходимости, можно использовать любые известные библиотеки, доступные в ОС из пакетов.
3. Если в пакетах нет нужной библиотеки, или её версия достаточно старая, или если она собрана не так, как нужно, то можно использовать библиотеку, устанавливаемую не из пакетов.
4. Если библиотека достаточно маленькая и у неё нет своей системы сборки, то следует включить её файлы в проект, в директорию contrib .
5. Предпочтение всегда отдается уже использующимся библиотекам.

## Общее

1. Пишите как можно меньше кода.
2. Пробуйте самое простое решение.
3. Не нужно писать код, если вы ещё не знаете, что будет делать ваша программа, и как будет работать её внутренний цикл.
4. В простейших случаях, используйте using вместо классов/структур.
5. Если есть возможность - не пишите конструкторы копирования, операторы присваивания, деструктор (кроме виртуального, если класс содержит хотя бы одну виртуальную функцию), move-конструкторы и move-присваивания. То есть, чтобы соответствующие функции, генерируемые компилятором, работали правильно.  
Можно использовать default .

6. Приветствуется упрощение и уменьшение объёма кода.

## Дополнительно

1. Явное указание `std::` для типов из `stddef.h`.

Рекомендуется не указывать. То есть, рекомендуется писать `size_t` вместо `std::size_t`, это короче.

При желании, можно дописать `std::`, этот вариант допустим.

2. Явное указание `std::` для функций из стандартной библиотеки С.

Не рекомендуется. То есть, пишите `memcp` вместо `std::memcp`.

Причина - существуют похожие нестандартные функции, например, `memmem`. Мы можем использовать и изредка используем эти функции. Эти функции отсутствуют в namespace `std`.

Если вы везде напишете `std::memcp` вместо `memcp`, то будет неудобно смотреться `memmem` без `std::`.

Тем не менее, указывать `std::` тоже допустимо, если так больше нравится.

3. Использование функций из С при наличии аналогов в стандартной библиотеке C++.

Допустимо, если это использование эффективнее.

Для примера, для копирования длинных кусков памяти, используйте `memcp` вместо `std::copy`.

4. Перенос длинных аргументов функций.

Допустимо использовать любой стиль переноса, похожий на приведённые ниже:

```
function(  
    T1 x1,  
    T2 x2)
```

```
function(  
    size_t left, size_t right,  
    const & RangesInDataParts ranges,  
    size_t limit)
```

```
function(size_t left, size_t right,  
       const & RangesInDataParts ranges,  
       size_t limit)
```

```
function(size_t left, size_t right,  
       const & RangesInDataParts ranges,  
       size_t limit)
```

```
function(  
    size_t left,  
    size_t right,  
    const & RangesInDataParts ranges,  
    size_t limit)
```

## ClickHouse Testing

### Functional Tests

Functional tests are the most simple and convenient to use. Most of ClickHouse features can be tested with functional

tests and they are mandatory to use for every change in ClickHouse code that can be tested that way.

Each functional test sends one or multiple queries to the running ClickHouse server and compares the result with reference.

Tests are located in `dbms/tests/queries` directory. There are two subdirectories: `stateless` and `stateful`. Stateless tests run queries without any preloaded test data - they often create small synthetic datasets on the fly, within the test itself. Stateful tests require preloaded test data from Yandex.Metrica and not available to general public. We tend to use only stateless tests and avoid adding new `stateful` tests.

Each test can be one of two types: `.sql` and `.sh`. `.sql` test is the simple SQL script that is piped to `clickhouse-client --multiquery --testmode`. `.sh` test is a script that is run by itself.

To run all tests, use `dbms/tests/clickhouse-test` tool. Look `--help` for the list of possible options. You can simply run all tests or run subset of tests filtered by substring in test name: `./clickhouse-test substring`.

The most simple way to invoke functional tests is to copy `clickhouse-client` to `/usr/bin/`, run `clickhouse-server` and then run `./clickhouse-test` from its own directory.

To add new test, create a `.sql` or `.sh` file in `dbms/tests/queries/0_stateless` directory, check it manually and then generate `.reference` file in the following way: `clickhouse-client -n --testmode < 00000_test.sql > 00000_test.reference` or `./00000_test.sh > ./00000_test.reference`.

Tests should use (create, drop, etc) only tables in `test` database that is assumed to be created beforehand; also tests can use temporary tables.

If you want to use distributed queries in functional tests, you can leverage `remote` table function with `127.0.0.{1..2}` addresses for the server to query itself; or you can use predefined test clusters in server configuration file like `test_shard_localhost`.

Some tests are marked with `zookeeper`, `shard` or `long` in their names. `zookeeper` is for tests that are using ZooKeeper. `shard` is for tests that requires server to listen `127.0.0.*`; `distributed` or `global` have the same meaning. `long` is for tests that run slightly longer than one second. You can disable these groups of tests using `--no-zookeeper`, `--no-shard` and `--no-long` options, respectively.

## Known bugs

If we know some bugs that can be easily reproduced by functional tests, we place prepared functional tests in `dbms/tests/queries/bugs` directory. These tests will be moved to `dbms/tests/queries/0_stateless` when bugs are fixed.

## Integration Tests

Integration tests allow to test ClickHouse in clustered configuration and ClickHouse interaction with other servers like MySQL, Postgres, MongoDB. They are useful to emulate network splits, packet drops, etc. These tests are run under Docker and create multiple containers with various software.

See `dbms/tests/integration/README.md` on how to run these tests.

Note that integration of ClickHouse with third-party drivers is not tested. Also we currently don't have integration tests with our JDBC and ODBC drivers.

## Unit Tests

Unit tests are useful when you want to test not the ClickHouse as a whole, but a single isolated library or class. You can enable or disable build of tests with `ENABLE_TESTS` CMake option. Unit tests (and other test programs) are located in

`tests` subdirectories across the code. To run unit tests, type `ninja test`. Some tests use `gtest`, but some are just programs that return non-zero exit code on test failure.

It's not necessarily to have unit tests if the code is already covered by functional tests (and functional tests are usually much more simple to use).

## Performance Tests

Performance tests allow to measure and compare performance of some isolated part of ClickHouse on synthetic queries. Tests are located at `dbms/tests/performance`. Each test is represented by `.xml` file with description of test case. Tests are run with `clickhouse performance-test` tool (that is embedded in `clickhouse` binary). See `--help` for invocation.

Each test run one or multiple queries (possibly with combinations of parameters) in a loop with some conditions for stop (like "maximum execution speed is not changing in three seconds") and measure some metrics about query performance (like "maximum execution speed"). Some tests can contain preconditions on preloaded test dataset.

If you want to improve performance of ClickHouse in some scenario, and if improvements can be observed on simple queries, it is highly recommended to write a performance test. It always makes sense to use `perf top` or other perf tools during your tests.

## Test Tools And Scripts

Some programs in `tests` directory are not prepared tests, but are test tools. For example, for `Lexer` there is a tool `dbms/src/Parsers/tests/lexer` that just do tokenization of `stdin` and writes colorized result to `stdout`. You can use these kind of tools as a code examples and for exploration and manual testing.

You can also place pair of files `.sh` and `.reference` along with the tool to run it on some predefined input - then script result can be compared to `.reference` file. These kind of tests are not automated.

## Miscellaneous Tests

There are tests for external dictionaries located at `dbms/tests/external_dictionaries` and for machine learned models in `dbms/tests/external_models`. These tests are not updated and must be transferred to integration tests.

There is separate test for quorum inserts. This test run ClickHouse cluster on separate servers and emulate various failure cases: network split, packet drop (between ClickHouse nodes, between ClickHouse and ZooKeeper, between ClickHouse server and client, etc.), `kill -9`, `kill -STOP` and `kill -CONT`, like [Jepsen](#). Then the test checks that all acknowledged inserts was written and all rejected inserts was not.

Quorum test was written by separate team before ClickHouse was open-sourced. This team no longer work with ClickHouse. Test was accidentally written in Java. For these reasons, quorum test must be rewritten and moved to integration tests.

## Manual Testing

When you develop a new feature, it is reasonable to also test it manually. You can do it with the following steps:

Build ClickHouse. Run ClickHouse from the terminal: change directory to `dbms/src/programs/clickhouse-server` and run it with `./clickhouse-server`. It will use configuration (`config.xml`, `users.xml` and files within `config.d` and `users.d` directories) from the current directory by default. To connect to ClickHouse server, run `dbms/src/programs/clickhouse-client/clickhouse-client`.

Note that all `clickhouse` tools (server, client, etc) are just symlinks to a single binary named `clickhouse`. You can find this binary at `dbms/src/programs/clickhouse`. All tools can also be invoked as `clickhouse tool` instead of `clickhouse-tool`.

Alternatively you can install ClickHouse package: either stable release from Yandex repository or you can build package for yourself with `./release` in ClickHouse sources root. Then start the server with `sudo service clickhouse-server start` (or stop to stop the server). Look for logs at `/etc/clickhouse-server/clickhouse-server.log`.

When ClickHouse is already installed on your system, you can build a new `clickhouse` binary and replace the existing binary:

```
$ sudo service clickhouse-server stop  
$ sudo cp ./clickhouse /usr/bin/  
$ sudo service clickhouse-server start
```

Also you can stop system `clickhouse-server` and run your own with the same configuration but with logging to terminal:

```
$ sudo service clickhouse-server stop  
$ sudo -u clickhouse /usr/bin/clickhouse server --config-file /etc/clickhouse-server/config.xml
```

Example with `gdb`:

```
$ sudo -u clickhouse gdb --args /usr/bin/clickhouse server --config-file /etc/clickhouse-server/config.xml
```

If the system `clickhouse-server` is already running and you don't want to stop it, you can change port numbers in your `config.xml` (or override them in a file in `config.d` directory), provide appropriate data path, and run it.

`clickhouse` binary has almost no dependencies and works across wide range of Linux distributions. To quick and dirty test your changes on a server, you can simply `scp` your fresh built `clickhouse` binary to your server and then run it as in examples above.

## Testing Environment

Before publishing release as stable we deploy it on testing environment. Testing environment is a cluster that process 1/39 part of [Yandex.Metrica](#) data. We share our testing environment with Yandex.Metrica team. ClickHouse is upgraded without downtime on top of existing data. We look at first that data is processed successfully without lagging from realtime, the replication continue to work and there is no issues visible to Yandex.Metrica team. First check can be done in the following way:

```
SELECT hostName() AS h, any(version()), any(uptime()), max(UTCEventTime), count() FROM remote('example01-01-{1..3}', merge, hits)  
WHERE EventDate >= today() - 2 GROUP BY h ORDER BY h;
```

In some cases we also deploy to testing environment of our friend teams in Yandex: Market, Cloud, etc. Also we have some hardware servers that are used for development purposes.

## Load Testing

After deploying to testing environment we run load testing with queries from production cluster. This is done manually.

Make sure you have enabled `query_log` on your production cluster.

Collect query log for a day or more:

```
$ clickhouse-client --query="SELECT DISTINCT query FROM system.query_log WHERE event_date = today() AND query LIKE '%ym:%' AND  
query NOT LIKE '%system.query_log%' AND type = 2 AND is_initial_query" > queries.tsv
```

This is a way complicated example. `type = 2` will filter queries that are executed successfully. `query LIKE '%ym:%'` is to select relevant queries from Yandex.Metrica. `is_initial_query` is to select only queries that are initiated by client, not by ClickHouse itself (as parts of distributed query processing).

scp this log to your testing cluster and run it as following:

```
$ clickhouse benchmark --concurrency 16 < queries.tsv
```

(probably you also want to specify a `--user` )

Then leave it for a night or weekend and go take a rest.

You should check that `clickhouse-server` doesn't crash, memory footprint is bounded and performance not degrading over time.

Precise query execution timings are not recorded and not compared due to high variability of queries and environment.

## Build Tests

Build tests allow to check that build is not broken on various alternative configurations and on some foreign systems. Tests are located at `ci` directory. They run build from source inside Docker, Vagrant, and sometimes with `qemu-user-static` inside Docker. These tests are under development and test runs are not automated.

Motivation:

Normally we release and run all tests on a single variant of ClickHouse build. But there are alternative build variants that are not thoroughly tested. Examples:

- build on FreeBSD;
- build on Debian with libraries from system packages;
- build with shared linking of libraries;
- build on AArch64 platform;
- build on PowerPc platform.

For example, build with system packages is bad practice, because we cannot guarantee what exact version of packages a system will have. But this is really needed by Debian maintainers. For this reason we at least have to support this variant of build. Another example: shared linking is a common source of trouble, but it is needed for some enthusiasts.

Though we cannot run all tests on all variant of builds, we want to check at least that various build variants are not broken. For this purpose we use build tests.

## Testing For Protocol Compatibility

When we extend ClickHouse network protocol, we test manually that old `clickhouse-client` works with new `clickhouse-server` and new `clickhouse-client` works with old `clickhouse-server` (simply by running binaries from corresponding packages).

## Help From The Compiler

Main ClickHouse code (that is located in `dbms` directory) is built with `-Wall -Wextra -Werror` and with some additional enabled warnings. Although these options are not enabled for third-party libraries.

Clang has even more useful warnings - you can look for them with `-Weverything` and pick something to default build.

For production builds, `gcc` is used (it still generates slightly more efficient code than `clang`). For development, `clang` is usually more convenient to use. You can build on your own machine with debug mode (to save battery of your laptop), but please note that compiler is able to generate more warnings with `-O3` due to better control flow and inter-procedure analysis. When building with `clang`, `libc++` is used instead of `libstdc++` and when building with debug mode,

debug version of `libc++` is used that allows to catch more errors at runtime.

## Sanitizers

Address sanitizer. We run functional and integration tests under ASan on per-commit basis.

Valgrind (Memcheck). We run functional tests under Valgrind overnight. It takes multiple hours. Currently there is one known false positive in `re2` library, see [this article](#).

Undefined behaviour sanitizer. We run functional and integration tests under ASan on per-commit basis.

Thread sanitizer. We run functional tests under TSan on per-commit basis. We still don't run integration tests under TSan on per-commit basis.

Memory sanitizer. Currently we still don't use MSan.

Debug allocator. Debug version of `jemalloc` is used for debug build.

## Fuzzing

We use simple fuzz test to generate random SQL queries and to check that the server doesn't die. Fuzz testing is performed with Address sanitizer. You can find it in `00746_sql_fuzzy.pl`. This test should be run continuously (overnight and longer).

As of December 2018, we still don't use isolated fuzz testing of library code.

## Security Audit

People from Yandex Cloud department do some basic overview of ClickHouse capabilities from the security standpoint.

## Static Analyzers

We run PVS-Studio on per-commit basis. We have evaluated `clang-tidy`, Coverity, `cppcheck`, PVS-Studio, `tscancode`. You will find instructions for usage in `dbms/tests/instructions/` directory. Also you can read [the article in russian](#).

If you use CLion as an IDE, you can leverage some `clang-tidy` checks out of the box.

## Hardening

`FORTIFY_SOURCE` is used by default. It is almost useless, but still makes sense in rare cases and we don't disable it.

## Code Style

Code style rules are described [here](#).

To check for some common style violations, you can use `utils/check-style` script.

To force proper style of your code, you can use `clang-format`. File `.clang-format` is located at the sources root. It mostly corresponds with our actual code style. But it's not recommended to apply `clang-format` to existing files because it makes formatting worse. You can use `clang-format-diff` tool that you can find in clang source repository.

Alternatively you can try `uncrustify` tool to reformat your code. Configuration is in `uncrustify.cfg` in the sources root. It is less tested than `clang-format`.

CLion has its own code formatter that has to be tuned for our code style.

## Metrica B2B Tests

Each ClickHouse release is tested with Yandex Metrica and AppMetrica engines. Testing and stable versions of ClickHouse are deployed on VMs and run with a small copy of Metrica engine that is processing fixed sample of input data. Then results of two instances of Metrica engine are compared together.

These tests are automated by separate team. Due to high number of moving parts, tests fail most of the time by completely unrelated reasons, that are very difficult to figure out. Most likely these tests have negative value for us. Nevertheless these tests were proved to be useful in about one or two times out of hundreds.

## Test Coverage

As of July 2018 we don't track test coverage.

## Test Automation

We run tests with Yandex internal CI and job automation system named "Sandbox".

Build jobs and tests are run in Sandbox on per commit basis. Resulting packages and test results are published in GitHub and can be downloaded by direct links. Artifacts are stored eternally. When you send a pull request on GitHub, we tag it as "can be tested" and our CI system will build ClickHouse packages (release, debug, with address sanitizer, etc) for you.

We don't use Travis CI due to the limit on time and computational power. We don't use Jenkins. It was used before and now we are happy we are not using Jenkins.

Сборка ClickHouse поддерживается на Linux, FreeBSD, Mac OS X.

## Если вы используете Windows

Если вы используете Windows, вам потребуется создать виртуальную машину с Ubuntu. Для работы с виртуальной машиной, установите VirtualBox. Скачать Ubuntu можно на сайте: <https://www.ubuntu.com/#download> Создайте виртуальную машину из полученного образа. Выделите для неё не менее 4 GB оперативной памяти. Для запуска терминала в Ubuntu, найдите в меню программу со словом terminal (gnome-terminal, konsole или что-то в этом роде) или нажмите Ctrl+Alt+T.

## Создание репозитория на GitHub

Для работы с репозиторием ClickHouse, вам потребуется аккаунт на GitHub. Наверное, он у вас уже есть.

Если аккаунта нет - зарегистрируйтесь на <https://github.com/>. Создайте ssh ключи, если их нет, и загрузите публичные ключи на GitHub. Это потребуется для отправки изменений. Для работы с GitHub можно использовать такие же ssh ключи, как и для работы с другими ssh серверами - скорее всего, они уже у вас есть.

Создайте fork репозитория ClickHouse. Для этого, на странице <https://github.com/ClickHouse/ClickHouse> нажмите на кнопку "fork" в правом верхнем углу. Вы получите полную копию репозитория ClickHouse на своём аккаунте, которая называется "форк". Процесс разработки состоит в том, чтобы внести нужные изменения в свой форк репозитория, а затем создать "pull request" для принятия изменений в основной репозиторий.

Для работы с git репозиториями, установите git .

В Ubuntu выполните в терминале:

```
sudo apt update  
sudo apt install git
```

Краткое руководство по использованию Git: <https://services.github.com/on-demand/downloads/github-git-cheat-sheet.pdf>

Подробное руководство по использованию Git: <https://git-scm.com/book/ru/v2>

## Клонирование репозитория на рабочую машину

Затем вам потребуется загрузить исходники для работы на свой компьютер. Это называется "клонирование репозитория", потому что создаёт на вашем компьютере локальную копию репозитория, с которой вы будете работать.

Выполните в терминале:

```
git clone --recursive git@github.com:yandex/ClickHouse.git  
cd ClickHouse
```

Замените *yandex* на имя вашего аккаунта на GitHub.

Эта команда создаст директорию ClickHouse, содержащую рабочую копию проекта.

Необходимо, чтобы путь к рабочей копии не содержал пробелы в именах директорий. Это может привести к проблемам в работе системы сборки.

Обратите внимание, что репозиторий ClickHouse использует submodules. Так называются ссылки на дополнительные репозитории (например, внешние библиотеки, от которых зависит проект). Это значит, что при клонировании репозитория, следует указывать ключ `--recursive`, как в примере выше. Если репозиторий был клонирован без submodules, то для их скачивания, необходимо выполнить:

```
git submodule init  
git submodule update
```

Проверить наличие submodules можно с помощью команды `git submodule status`.

Если вы получили сообщение об ошибке:

```
Permission denied (publickey).  
fatal: Could not read from remote repository.
```

```
Please make sure you have the correct access rights  
and the repository exists.
```

Как правило это означает, что отсутствуют ssh ключи для соединения с GitHub. Ключи расположены в директории `~/.ssh`. В интерфейсе GitHub, в настройках, необходимо загрузить публичные ключи, чтобы он их понимал.

Вы также можете клонировать репозиторий по протоколу https:

```
git clone https://github.com/ClickHouse/ClickHouse.git
```

Этот вариант не подходит для отправки изменений на сервер. Вы можете временно его использовать, а затем добавить ssh ключи и заменить адрес репозитория с помощью команды `git remote`.

Вы можете также добавить для своего локального репозитория адрес оригинального репозитория Яндекса, чтобы притягивать оттуда обновления:

```
git remote add upstream git@github.com:yandex/ClickHouse.git
```

После этого, вы сможете добавлять в свой репозиторий обновления из репозитория Яндекса с помощью команды `git pull upstream master`.

## Система сборки

ClickHouse использует систему сборки CMake и Ninja.

CMake - генератор задач сборки. Ninja - система запуска сборочных задач.

Для установки на Ubuntu или Debian, Mint, выполните `sudo apt install cmake ninja-build`.

Для установки на CentOS, RedHat, выполните `sudo yum install cmake ninja-build`.

Если у вас Arch или Gentoo, то вы сами знаете, как установить CMake.

Для установки CMake и Ninja на Mac OS X, сначала установите Homebrew, а затем, с помощью него, установите всё остальное.

```
/usr/bin/ruby -e "$(curl -fsSL https://raw.githubusercontent.com/Homebrew/install/master/install)"  
brew install cmake ninja
```

Проверьте версию CMake: `cmake --version`. Если версия меньше 3.3, то установите новую версию с сайта <https://cmake.org/download/>

## Необязательные внешние библиотеки

ClickHouse использует для сборки некоторое количество внешних библиотек. Большинство из них не требуется отдельно устанавливать, так как они собираются вместе с ClickHouse, из исходников, которые расположены в `submodules`. Посмотреть набор этих библиотек можно в директории `contrib`.

Одна библиотека не собирается из исходников, а используется из системы: Readline, и её рекомендуется установить.

Ubuntu: `sudo apt install libreadline-dev`

Mac OS X: `brew install readline`

Впрочем, эти библиотеки не обязательны для работы и ClickHouse может быть собран без них. ICU используется для поддержки `COLLATE` в `ORDER BY` (например, для сортировки с учётом турецкого алфавита). Readline используется для более удобного набора команд в интерактивном режиме в `clickhouse-client`.

## Компилятор C++

В качестве компилятора C++ поддерживается GCC начиная с версии 9 или Clang начиная с версии 8.

Официальные сборки от Яндекса, на данный момент, используют GCC, так как он генерирует слегка более производительный машинный код (разница в среднем до нескольких процентов по нашим бенчмаркам). Clang обычно более удобен для разработки. Впрочем, наша среда continuous integration проверяет около десятка вариантов сборки.

Для установки GCC под Ubuntu, выполните: `sudo apt install gcc g++`.

Проверьте версию gcc: `gcc --version`. Если версия меньше 9, то следуйте инструкции:

<https://clickhouse.yandex/docs/en/development/build/#install-gcc-9>

Сборка под Mac OS X поддерживается только для компилятора Clang. Чтобы установить его выполните `brew install llvm`

Если вы решили использовать Clang, вы также можете установить `libc++` и `lld`, если вы знаете, что это такое. При желании, установите `ccache`.

## Процесс сборки

Теперь вы готовы к сборке ClickHouse. Для размещения собранных файлов, рекомендуется создать отдельную директорию `build` внутри директории ClickHouse:

```
mkdir build  
cd build
```

Вы можете иметь несколько разных директорий (`build_release`, `build_debug`) для разных вариантов сборки.

Находясь в директории `build`, выполните конфигурацию сборки с помощью CMake. Перед первым запуском необходимо выставить переменные окружения, отвечающие за выбор компилятора (в данном примере это - `gcc` версии 9).

Linux:

```
export CC=gcc-9 CXX=g++-9  
cmake ..
```

Mac OS X:

```
export CC=clang CXX=clang++  
cmake ..
```

Переменная `CC` отвечает за компилятор C (сокращение от слов C Compiler), переменная `CXX` отвечает за выбор компилятора C++ (символ X - это как плюс, но положенный набок, ради того, чтобы превратить его в букву).

Для более быстрой сборки, можно использовать `debug` вариант - сборку без оптимизаций. Для этого, укажите параметр `-D CMAKE_BUILD_TYPE=Debug`:

```
cmake -D CMAKE_BUILD_TYPE=Debug ..
```

Вы можете изменить вариант сборки, выполнив эту команду в директории `build`.

Запустите `ninja` для сборки:

```
ninja clickhouse-server clickhouse-client
```

В этом примере собираются только нужные в первую очередь программы.

Если вы хотите собрать все программы (утилиты и тесты), то запустите `ninja` без параметров:

```
ninja
```

Для полной сборки требуется около 30 GB свободного места на диске или 15 GB для сборки только основных программ.

При наличии небольшого количества оперативной памяти на компьютере, следует ограничить количество

параллельных задач с помощью параметра `-j` :

```
ninja -j 1 clickhouse-server clickhouse-client
```

На машинах с 4 GB памяти, рекомендуется указывать значение 1, а если памяти до 8 GB, укажите значение 2.

Если вы получили сообщение `ninja: error: loading 'build.ninja': No such file or directory`, значит конфигурация сборки прошла с ошибкой и вам необходимо посмотреть на сообщение об ошибке выше.

В случае успешного запуска, вы увидите прогресс сборки - количество обработанных задач и общее количество задач.

В процессе сборки могут появится сообщения `libprotobuf WARNING` про protobuf файлы в библиотеке libhdfs2. Это не имеет значения.

При успешной сборке, вы получите готовый исполняемый файл `ClickHouse/build/dbms/programs/clickhouse` :

```
ls -l dbms/programs/clickhouse
```

## Запуск собранной версии ClickHouse

Для запуска сервера из под текущего пользователя, с выводом логов в терминал и с использованием примеров конфигурационных файлов, расположенных в исходниках, перейдите в директорию `ClickHouse/dbms/programs/server/` (эта директория находится не в директории build) и выполните:

```
../../../../build/dbms/programs/clickhouse server
```

В этом случае, ClickHouse будет использовать конфигурационные файлы, расположенные в текущей директории. Вы можете запустить `clickhouse server` из любой директории, передав ему путь к конфигурационному файлу в аргументе командной строки `--config-file`.

Для подключения к ClickHouse с помощью `clickhouse-client`, в соседнем терминале, зайдите в директорию `ClickHouse/build/dbms/programs/` и выполните `clickhouse client`.

Если вы получили сообщение `Connection refused` на Mac OS X или FreeBSD, то укажите для клиента 127.0.0.1 в качестве имени хоста:

```
clickhouse client --host 127.0.0.1
```

Вы можете заменить собранным вами ClickHouse продакшен версию, установленную в системе. Для этого, установите ClickHouse на свою машину по инструкции с официального сайта. Затем выполните:

```
sudo service clickhouse-server stop
sudo cp ClickHouse/build/dbms/programs/clickhouse /usr/bin/
sudo service clickhouse-server start
```

Обратите внимание, что `clickhouse-client`, `clickhouse-server` и другие, являются симлинками на общий бинарник `clickhouse`.

Также вы можете запустить собранный вами ClickHouse с конфигурационным файлом системного ClickHouse:

```
sudo service clickhouse-server stop
sudo -u clickhouse ClickHouse/build/dbms/programs/clickhouse server --config-file /etc/clickhouse-server/config.xml
```

## Среда разработки

Если вы не знаете, какую среду разработки использовать, то рекомендуется использовать CLion. CLion является платным ПО, но его можно использовать бесплатно в течение пробного периода. Также он бесплатен для учащихся. CLion можно использовать как под Linux, так и под Mac OS X.

Также в качестве среды разработки, вы можете использовать KDevelop или QT Creator. KDevelop - очень удобная, но нестабильная среда разработки. Если KDevelop вылетает через небольшое время после открытия проекта, вам следует нажать на кнопку "Stop All" как только он открыл список файлов проекта. После этого, KDevelop можно будет использовать.

В качестве простых редакторов кода можно использовать Sublime Text или Visual Studio Code или Kate (все варианты доступны под Linux).

На всякий случай заметим, что CLion самостоятельно создаёт свою build директорию, самостоятельно выбирает тип сборки debug по-умолчанию, для конфигурации использует встроенную в CLion версию CMake вместо установленного вами, а для запуска задач использует make вместо ninja. Это нормально, просто имейте это ввиду, чтобы не возникало путаницы.

## Написание кода

Описание архитектуры ClickHouse: <https://clickhouse.yandex/docs/ru/development/architecture/>

Стиль кода: <https://clickhouse.yandex/docs/ru/development/style/>

Разработка тестов: <https://clickhouse.yandex/docs/ru/development/tests/>

Список задач:

[https://github.com/ClickHouse/ClickHouse/blob/master/dbms/tests/instructions/easy\\_tasks\\_sorted\\_ru.md](https://github.com/ClickHouse/ClickHouse/blob/master/dbms/tests/instructions/easy_tasks_sorted_ru.md)

## Тестовые данные

Разработка ClickHouse часто требует загрузки реалистичных наборов данных. Особенно это важно для тестирования производительности. Специально для вас мы подготовили набор данных, представляющий собой анонимизированные данные Яндекс.Метрики. Загрузка этих данных потребует ещё 3 GB места на диске. Для выполнения большинства задач разработки, загружать эти данные не обязательно.

```
sudo apt install wget xz-utils

wget https://clickhouse-datasets.s3.yandex.net/hits/tsv/hits_v1.tsv.xz
wget https://clickhouse-datasets.s3.yandex.net/visits/tsv/visits_v1.tsv.xz

xz -v -d hits_v1.tsv.xz
xz -v -d visits_v1.tsv.xz

clickhouse-client

CREATE TABLE test.hits ( WatchID UInt64, JavaEnable UInt8, Title String, GoodEvent Int16, EventTime DateTime, EventDate Date,
CounterID UInt32, ClientIP UInt32, ClientIP6 FixedString(16), RegionID UInt32, UserID UInt64, CounterClass Int8, OS UInt8, UserAgent
UInt8, URL String, Referer String, URLDomain String, RefererDomain String, Refresh UInt8, IsRobot UInt8, RefererCategories Array(UInt16),
URLCategories Array(UInt16), URLRegions Array(UInt32), RefererRegions Array(UInt32), ResolutionWidth UInt16, ResolutionHeight UInt16,
ResolutionDepth UInt8, FlashMajor UInt8, FlashMinor UInt8, FlashMinor2 String, NetMajor UInt8, NetMinor UInt8, UserAgentMajor UInt16,
UserAgentMinor FixedString(2), CookieEnable UInt8, JavascriptEnable UInt8, IsMobile UInt8, MobilePhone UInt8, MobilePhoneModel String,
Params String, IPNetworkID UInt32, TraficSourceID Int8, SearchEngineID UInt16, SearchPhrase String, AdvEngineID UInt8, IsArtifical UInt8,
WindowClientWidth UInt16, WindowClientHeight UInt16, ClientTimeZone Int16, ClientEventTime DateTime, SilverlightVersion1 UInt8,
SilverlightVersion2 UInt8, SilverlightVersion3 UInt32, SilverlightVersion4 UInt16, PageCharset String, CodeVersion UInt32, IsLink UInt8,
IsDownload UInt8, IsNotBounce UInt8, FUniqID UInt64, HID UInt32, IsOldCounter UInt8, IsEvent UInt8, IsParameter UInt8, DontCountHits
UInt8, WithHash UInt8, HitColor FixedString(1), UTCEventTime DateTime, Age UInt8, Sex UInt8, Income UInt8, Interests UInt16, Robotness
UInt8, GeneralInterests Array(UInt16), RemoteIP UInt32, RemoteIP6 FixedString(16), WindowName Int32, OpenerName Int32, HistoryLength
Int16, PreviousPage FixedString(16), PreviousCountry FixedString(16), SocialNetwork String, SocialAction String, UTTPrefix UInt16)
```

```
    IPInfo, BrowserLanguage FixedString(2), BrowserCountry FixedString(2), SocialNetwork String, SocialAction String, HTTPError UInt8,
    SendTiming Int32, DNSTiming Int32, ConnectTiming Int32, ResponseStartTiming Int32, ResponseEndTiming Int32, FetchTiming Int32,
    RedirectTiming Int32, DOMInteractiveTiming Int32, DOMContentLoadedTiming Int32, DOMCompleteTiming Int32, LoadEventStartTiming Int32,
    LoadEventEndTiming Int32, NStoDOMContentLoadedTiming Int32, FirstPaintTiming Int32, RedirectCount Int8, SocialSourceNetworkID UInt8,
    SocialSourcePage String, ParamPrice Int64, ParamOrderID String, ParamCurrency FixedString(3), ParamCurrencyID UInt16, GoalsReached
    Array(UInt32), OpenstatServiceName String, OpenstatCampaignID String, OpenstatAdID String, OpenstatSourceID String, UTMSource String,
    UTMMedium String, UTMCampaign String, UTMContent String, UTMTerm String, FromTag String, HasGCLID UInt8, RefererHash UInt64,
    URLHash UInt64, CLID UInt32, YCLID UInt64, ShareService String, ShareURL String, ShareTitle String, `ParsedParams.Key1` Array(String),
    `ParsedParams.Key2` Array(String), `ParsedParams.Key3` Array(String), `ParsedParams.Key4` Array(String), `ParsedParams.Key5` Array(String),
    `ParsedParams.Key6` Array(String), `ParsedParams.ValueDouble` Array(Float64), IslandID FixedString(16), RequestNum UInt32, RequestTry UInt8) ENGINE =
    MergeTree PARTITION BY toYYYYMM(EventDate) SAMPLE BY intHash32(UserID) ORDER BY (CounterID, EventDate, intHash32(UserID),
    EventTime);
```

```
CREATE TABLE test.visits ( CounterID UInt32, StartDate Date, Sign Int8, IsNew UInt8, VisitID UInt64, UserID UInt64, StartTime DateTime,
    Duration UInt32, UTCStartTime DateTime, PageViews Int32, Hits Int32, IsBounce UInt8, Referer String, StartURL String, RefererDomain
    String, StartURLDomain String, EndURL String, LinkURL String, IsDownload UInt8, TraficSourceID Int8, SearchEngineID UInt16,
    SearchPhrase String, AdvEngineID UInt8, PlaceID Int32, RefererCategories Array(UInt16), URLCategories Array(UInt16), URLRegions
    Array(UInt32), RefererRegions Array(UInt32), IsYandex UInt8, GoalReachesDepth Int32, GoalReachesURL Int32, GoalReachesAny Int32,
    SocialSourceNetworkID UInt8, SocialSourcePage String, MobilePhoneModel String, ClientEventTime DateTime, RegionID UInt32, ClientIP
    UInt32, ClientIP6 FixedString(16), RemoteIP UInt32, RemoteIP6 FixedString(16), IPNetworkID UInt32, SilverlightVersion3 UInt32,
    CodeVersion UInt32, ResolutionWidth UInt16, ResolutionHeight UInt16, UserAgentMajor UInt16, UserAgentMinor UInt16, WindowClientWidth
    UInt16, WindowClientHeight UInt16, SilverlightVersion2 UInt8, SilverlightVersion4 UInt16, FlashVersion3 UInt16, FlashVersion4 UInt16,
    ClientTimeZone Int16, OS UInt8, UserAgent UInt8, ResolutionDepth UInt8, FlashMajor UInt8, FlashMinor UInt8, NetMajor UInt8, NetMinor
    UInt8, MobilePhone UInt8, SilverlightVersion1 UInt8, Age UInt8, Sex UInt8, Income UInt8, JavaEnable UInt8, CookieEnable UInt8,
    JavascriptEnable UInt8, IsMobile UInt8, BrowserLanguage UInt16, BrowserCountry UInt16, Interests UInt16, Robotness UInt8,
    GeneralInterests Array(UInt16), Params Array(String), `Goals.ID` Array(UInt32), `Goals.Serial` Array(UInt32), `Goals.EventTime`
    Array(DateTime), `Goals.Price` Array(Int64), `Goals.OrderID` Array(String), `Goals.CurrencyID` Array(UInt32), WatchIDs Array(UInt64),
    ParamSumPrice Int64, ParamCurrency FixedString(3), ParamCurrencyID UInt16, ClickLogID UInt64, ClickEventID Int32, ClickGoodEvent
    Int32, ClickEventTime DateTime, ClickPriorityID Int32, ClickPhraseID Int32, ClickPageID Int32, ClickPlaceID Int32, ClickTypeID Int32,
    ClickResourceID Int32, ClickCost UInt32, ClickClientIP UInt32, ClickDomainID UInt32, ClickURL String, ClickAttempt UInt8, ClickOrderID
    UInt32, ClickBannerID UInt32, ClickMarketCategoryID UInt32, ClickMarketPP UInt32, ClickMarketCategoryName String, ClickMarketPPName
    String, ClickAWAPSCampaignName String, ClickPageName String, ClickTargetType UInt16, ClickTargetPhraseID UInt64, ClickContextType
    UInt8, ClickSelectType Int8, ClickOptions String, ClickGroupBannerID Int32, OpenstatServiceName String, OpenstatCampaignID String,
    OpenstatAdID String, OpenstatSourceID String, UTMSource String, UTMMedium String, UTMCampaign String, UTMContent String,
    UTMTerm String, FromTag String, HasGCLID UInt8, FirstVisit DateTime, PredLastVisit Date, LastVisit Date, TotalVisits UInt32,
    `TraficSource.ID` Array(Int8), `TraficSource.SearchEngineID` Array(UInt16), `TraficSource.AdvEngineID` Array(UInt8), `TraficSource.PlaceID`
    Array(UInt16), `TraficSource.SocialSourceNetworkID` Array(UInt8), `TraficSource.Domain` Array(String), `TraficSource.SearchPhrase`
    Array(String), `TraficSource.SocialSourcePage` Array(String), Attendance FixedString(16), CLID UInt32, YCLID UInt64,
    NormalizedRefererHash UInt64, SearchPhraseHash UInt64, RefererDomainHash UInt64, NormalizedStartURLHash UInt64,
    StartURLDomainHash UInt64, NormalizedEndURLHash UInt64, TopLevelDomain UInt64, URLscheme UInt64, OpenstatServiceNameHash
    UInt64, OpenstatCampaignIDHash UInt64, OpenstatAdIDHash UInt64, OpenstatSourceIDHash UInt64, UTMSourceHash UInt64,
    UTMMediumHash UInt64, UTMCampaignHash UInt64, UTMContentHash UInt64, UTMTermHash UInt64, FromHash UInt64,
    WebVisorEnabled UInt8, WebVisorActivity UInt32, `ParsedParams.Key1` Array(String), `ParsedParams.Key2` Array(String),
    `ParsedParams.Key3` Array(String), `ParsedParams.Key4` Array(String), `ParsedParams.Key5` Array(String), `ParsedParams.ValueDouble`
    Array(Float64), `Market.Type` Array(UInt8), `Market.GoalID` Array(UInt32), `Market.OrderID` Array(String), `Market.OrderPrice` Array(Int64),
    `Market.PP` Array(UInt32), `Market.DirectPlaceID` Array(UInt32), `Market.DirectOrderID` Array(UInt32), `Market.DirectBannerID` Array(UInt32),
    `Market.GoodID` Array(String), `Market.GoodName` Array(String), `Market.GoodQuantity` Array(Int32), `Market.GoodPrice` Array(Int64),
    IslandID FixedString(16)) ENGINE = CollapsingMergeTree(Sign) PARTITION BY toYYYYMM(StartDate) SAMPLE BY intHash32(UserID) ORDER
    BY (CounterID, StartDate, intHash32(UserID), VisitID);
```

```
clickhouse-client --max_insert_block_size 100000 --query "INSERT INTO test.hits FORMAT TSV" < hits_v1.tsv
clickhouse-client --max_insert_block_size 100000 --query "INSERT INTO test.visits FORMAT TSV" < visits_v1.tsv
```

## Создание pull request

Откройте свой форк репозитория в интерфейсе GitHub. Если вы вели разработку в бранче, выберите этот бранч. На странице будет доступна кнопка "Pull request". По сути, это означает "создать заявку на принятие моих изменений в основной репозиторий".

Pull request можно создать, даже если работа над задачей ещё не завершена. В этом случае, добавьте в его название слово "WIP" (work in progress). Название можно будет изменить позже. Это полезно для совместного просмотра и обсуждения изменений, а также для запуска всех имеющихся тестов. Введите краткое описание изменений - впоследствии, оно будет использовано для релизных changelog.

Тесты будут запущены, как только сотрудники Яндекса поставят для pull request тег "Can be tested". Результаты первых проверок (стиль кода) появятся уже через несколько минут. Результаты сборки появятся примерно через пол часа. Результаты основного набора тестов будут доступны в пределах часа.

Система подготовит сборки ClickHouse специально для вашего pull request. Для их получения, нажмите на ссылку "Details" у проверки "Clickhouse build check". Там вы сможете найти прямые ссылки на собранные .deb пакеты ClickHouse, которые, при желании, вы даже сможете установить на свои продакшен серверы (если не страшно).

Вероятнее всего, часть сборок не будет успешной с первого раза. Ведь мы проверяем сборку кода и gcc и clang, а при сборке с помощью clang включаются почти все существующие в природе warnings (всегда с флагом -Werror). На той же странице, вы сможете найти логи сборки - вам не обязательно самому собирать ClickHouse всеми возможными способами.

## Используемые сторонние библиотеки

Библиотека	Лицензия
base64	<a href="#">BSD 2-Clause License</a>
boost	<a href="#">Boost Software License 1.0</a>
brotli	<a href="#">MIT</a>
capnproto	<a href="#">MIT</a>
cctz	<a href="#">Apache License 2.0</a>
double-conversion	<a href="#">BSD 3-Clause License</a>
FastMemcpy	<a href="#">MIT</a>
googletest	<a href="#">BSD 3-Clause License</a>
h3	<a href="#">Apache License 2.0</a>
hyperscan	<a href="#">BSD 3-Clause License</a>
libbtrie	<a href="#">BSD 2-Clause License</a>
libcxxabi	<a href="#">BSD + MIT</a>
libdivide	<a href="#">Zlib License</a>
libgsasl	<a href="#">LGPL v2.1</a>
libhdfs3	<a href="#">Apache License 2.0</a>
libmetrohash	<a href="#">Apache License 2.0</a>
libpcg-random	<a href="#">Apache License 2.0</a>
libressl	<a href="#">OpenSSL License</a>
librdkafka	<a href="#">BSD 2-Clause License</a>
libwidechar_width	<a href="#">CC0 1.0 Universal</a>
llvm	<a href="#">BSD 3-Clause License</a>

Iz4	BSD 2-Clause License
Библиотека	Лицензия
mariadb-connector-c	<a href="#">LGPL v2.1</a>
murmurhash	<a href="#">Public Domain</a>
pdqsort	<a href="#">Zlib License</a>
poco	<a href="#">Boost Software License - Version 1.0</a>
protobuf	<a href="#">BSD 3-Clause License</a>
re2	<a href="#">BSD 3-Clause License</a>
UnixODBC	<a href="#">LGPL v2.1</a>
zlib-ng	<a href="#">Zlib License</a>
zstd	<a href="#">BSD 3-Clause License</a>

## ClickHouse release v19.17

### ClickHouse release v19.17.6.36, 2019-12-27

#### BUG FIX

- Fixed potential buffer overflow in decompress. Malicious user can pass fabricated compressed data that could cause read after buffer. This issue was found by Eldar Zaitov from Yandex information security team. [#8404 \(alexey-milovidov\)](#)
- Fixed possible server crash (`std::terminate`) when the server cannot send or write data in JSON or XML format with values of String data type (that require UTF-8 validation) or when compressing result data with Brotli algorithm or in some other rare cases. [#8384 \(alexey-milovidov\)](#)
- Fixed dictionaries with source from a clickhouse `VIEW`, now reading such dictionaries doesn't cause the error `There is no query .` [#8351 \(Nikolai Kochetov\)](#)
- Fixed checking if a client host is allowed by `host_regexp` specified in `users.xml`. [#8241, #8342 \(Vitaly Baranov\)](#)
- `RENAME TABLE` for a distributed table now renames the folder containing inserted data before sending to shards. This fixes an issue with successive renames `tableA->tableB , tableC->tableA` . [#8306 \(tavplubix\)](#)
- `range_hashed` external dictionaries created by DDL queries now allow ranges of arbitrary numeric types. [#8275 \(alesapin\)](#)
- Fixed `INSERT INTO table SELECT ... FROM mysql(...)` table function. [#8234 \(tavplubix\)](#)
- Fixed segfault in `INSERT INTO TABLE FUNCTION file()` while inserting into a file which doesn't exist. Now in this case file would be created and then insert would be processed. [#8177 \(Olga Khvostikova\)](#)
- Fixed bitmapAnd error when intersecting an aggregated bitmap and a scalar bitmap. [#8082 \(Yue Huang\)](#)
- Fixed segfault when `EXISTS` query was used without `TABLE` or `DICTIONARY` qualifier, just like `EXISTS t` . [#8213 \(alexey-milovidov\)](#)

- Fixed return type for functions `rand` and `randConstant` in case of nullable argument. Now functions always return `UInt32` and never `Nullable(UInt32)`. [#8204 \(Nikolai Kochetov\)](#)
- Fixed `DROP DICTIONARY IF EXISTS db.dict`, now it doesn't throw exception if `db` doesn't exist. [#8185 \(Vitaly Baranov\)](#)
- If a table wasn't completely dropped because of server crash, the server will try to restore and load it [#8176 \(tavplubix\)](#)
- Fixed a trivial count query for a distributed table if there are more than two shard local table. [#8164 \(小路\)](#)
- Fixed bug that lead to a data race in `DB::BlockStreamProfileInfo::calculateRowsBeforeLimit()` [#8143 \(Alexander Kazakov\)](#)
- Fixed `ALTER table MOVE part` executed immediately after merging the specified part, which could cause moving a part which the specified part merged into. Now it correctly moves the specified part. [#8104 \(Vladimir Chebotarev\)](#)
- Expressions for dictionaries can be specified as strings now. This is useful for calculation of attributes while extracting data from non-ClickHouse sources because it allows to use non-ClickHouse syntax for those expressions. [#8098 \(alesapin\)](#)
- Fixed a very rare race in `clickhouse-copier` because of an overflow in ZXid. [#8088 \(Ding Xiang Fei\)](#)
- Fixed the bug when after the query failed (due to "Too many simultaneous queries" for example) it would not read external tables info, and the next request would interpret this info as the beginning of the next query causing an error like `Unknown packet from client`. [#8084 \(Azat Khuzhin\)](#)
- Avoid null dereference after "Unknown packet X from server" [#8071 \(Azat Khuzhin\)](#)
- Restore support of all ICU locales, add the ability to apply collations for constant expressions and add language name to `system.collations` table. [#8051 \(alesapin\)](#)
- Number of streams for read from `StorageFile` and `StorageHDFS` is now limited, to avoid exceeding the memory limit. [#7981 \(alesapin\)](#)
- Fixed `CHECK TABLE` query for `*MergeTree` tables without key. [#7979 \(alesapin\)](#)
- Removed the mutation number from a part name in case there were no mutations. This removing improved the compatibility with older versions. [#8250 \(alesapin\)](#)
- Fixed the bug that mutations are skipped for some attached parts due to their `data_version` are larger than the table mutation version. [#7812 \(Zhichang Yu\)](#)
- Allow starting the server with redundant copies of parts after moving them to another device. [#7810 \(Vladimir Chebotarev\)](#)
- Fixed the error "Sizes of columns doesn't match" that might appear when using aggregate function columns. [#7790 \(Boris Granveaud\)](#)
- Now an exception will be thrown in case of using `WITH TIES` alongside `LIMIT BY`. And now it's possible to use `TOP` with `LIMIT BY`. [#7637 \(Nikita Mikhaylov\)](#)
- Fix dictionary reload if it has `invalidate_query`, which stopped updates and some exception on previous update tries. [#8029 \(alesapin\)](#)

## **ClickHouse release v19.17.4.11, 2019-11-22**

### **BACKWARD INCOMPATIBLE CHANGE**

- Using column instead of AST to store scalar subquery results for better performance. Setting `enable_scalar_subquery_optimization` was added in 19.17 and it was enabled by default. It leads to errors like `this` during upgrade to 19.17.2 or 19.17.3 from previous versions. This setting was disabled by default in 19.17.4, to make possible upgrading from 19.16 and older versions without errors. [#7392 \(Amos Bird\)](#)

### **NEW FEATURE**

- Add the ability to create dictionaries with DDL queries. [#7360 \(alesapin\)](#)

- Make `bloom_filter` type of index supporting `LowCardinality` and `Nullable` #7363 #7561 ([Nikolai Kochetov](#))
- Add function `isValidJSON` to check that passed string is a valid json. #5910 #7293 ([Vdimir](#))
- Implement `arrayCompact` function #7328 ([Memo](#))
- Created function `hex` for Decimal numbers. It works like `hex(reinterpretAsString())`, but doesn't delete last zero bytes. #7355 ([Mikhail Korotov](#))
- Add `arrayFill` and `arrayReverseFill` functions, which replace elements by other elements in front/back of them in the array. #7380 ([hcz](#))
- Add `CRC32IEEE()` / `CRC64()` support #7480 ([Azat Khuzhin](#))
- Implement `char` function similar to one in mysql #7486 ([sundyli](#))
- Add `bitmapTransform` function. It transforms an array of values in a bitmap to another array of values, the result is a new bitmap #7598 ([Zhichang Yu](#))
- Implemented `javaHashUTF16LE()` function #7651 ([achimbab](#))
- Add `_shard_num` virtual column for the Distributed engine #7624 ([Azat Khuzhin](#))

## EXPERIMENTAL FEATURE

- Support for processors (new query execution pipeline) in `MergeTree`. #7181 ([Nikolai Kochetov](#))

## BUG FIX

- Fix incorrect float parsing in `Values` #7817 #7870 ([tavplubix](#))
- Fix rare deadlock which can happen when `trace_log` is enabled. #7838 ([filimonov](#))
- Prevent message duplication when producing Kafka table has any MVs selecting from it #7265 ([Ivan](#))
- Support for `Array(LowCardinality(Nullable(String)))` in `IN`. Resolves #7364 #7366 ([achimbab](#))
- Add handling of `SQL_TINYINT` and `SQL_BIGINT`, and fix handling of `SQL_FLOAT` data source types in ODBC Bridge. #7491 ([Denis Glazachev](#))
- Fix aggregation ( `avg` and `quantiles` ) over empty decimal columns #7431 ([Andrey Konyaev](#))
- Fix `INSERT` into `Distributed` with `MATERIALIZED` columns #7377 ([Azat Khuzhin](#))
- Make `MOVE PARTITION` work if some parts of partition are already on destination disk or volume #7434 ([Vladimir Chebotarev](#))
- Fixed bug with hardlinks failing to be created during mutations in `ReplicatedMergeTree` in multi-disk configurations. #7558 ([Vladimir Chebotarev](#))
- Fixed a bug with a mutation on a `MergeTree` when whole part remains unchanged and best space is being found on another disk #7602 ([Vladimir Chebotarev](#))
- Fixed bug with `keep_free_space_ratio` not being read from disks configuration #7645 ([Vladimir Chebotarev](#))
- Fix bug with table contains only `Tuple` columns or columns with complex paths. Fixes 7541. #7545 ([alesapin](#))
- Do not account memory for Buffer engine in `max_memory_usage` limit #7552 ([Azat Khuzhin](#))
- Fix final mark usage in `MergeTree` tables ordered by `tuple()` . In rare cases it could lead to `Can't adjust last granule` error while select. #7639 ([Anton Popov](#))
- Fix bug in mutations that have predicate with actions that require context (for example functions for json), which may lead to crashes or strange exceptions. #7664 ([alesapin](#))
- Fix mismatch of database and table names escaping in `data/` and `shadow/` directories #7575 ([Alexander Burmak](#))
- Support duplicated keys in `RIGHT|FULL JOINs`, e.g. `ON t.x = u.x AND t.x = u.y` . Fix crash in this case. #7586 ([Artem Zuikov](#))
- Fix `Not found column <expression> in block` when joining on expression with `RIGHT` or `FULL JOIN`. #7641 ([Artem Zuikov](#))

- One more attempt to fix infinite loop in PrettySpace format #7591 ([Olga Khvostikova](#))
- Fix bug in concat function when all arguments were FixedString of the same size. #7635 ([alesapin](#))
- Fixed exception in case of using 1 argument while defining S3, URL and HDFS storages. #7618 ([Vladimir Chebotarev](#))
- Fix scope of the InterpreterSelectQuery for views with query #7601 ([Azat Khuzhin](#))

## IMPROVEMENT

- Nullable columns recognized and NULL-values handled correctly by ODBC-bridge #7402 ([Vasily Nemkov](#))
- Write current batch for distributed send atomically #7600 ([Azat Khuzhin](#))
- Throw an exception if we cannot detect table for column name in query. #7358 ([Artem Zuikov](#))
- Add merge\_max\_block\_size setting to MergeTreeSettings #7412 ([Artem Zuikov](#))
- Queries with HAVING and without GROUP BY assume group by constant. So, SELECT 1 HAVING 1 now returns a result. #7496 ([Amos Bird](#))
- Support parsing (X,) as tuple similar to python. #7501, #7562 ([Amos Bird](#))
- Make range function behaviors almost like pythonic one. #7518 ([sundyli](#))
- Add constraints columns to table system.settings #7553 ([Vitaly Baranov](#))
- Better Null format for tcp handler, so that it's possible to use select ignore(<expression>) from table format Null for perf measure via clickhouse-client #7606 ([Amos Bird](#))
- Queries like CREATE TABLE ... AS (SELECT (1, 2)) are parsed correctly #7542 ([hc2](#))

## PERFORMANCE IMPROVEMENT

- The performance of aggregation over short string keys is improved. #6243 ([Alexander Kuzmenkov, Amos Bird](#))
- Run another pass of syntax/expression analysis to get potential optimizations after constant predicates are folded. #7497 ([Amos Bird](#))
- Use storage meta info to evaluate trivial SELECT count() FROM table; #7510 ([Amos Bird, alexey-milovidov](#))
- Vectorize processing arrayReduce similar to Aggregator addBatch . #7608 ([Amos Bird](#))
- Minor improvements in performance of Kafka consumption #7475 ([Ivan](#))

## BUILD/TESTING/PACKAGING IMPROVEMENT

- Add support for cross-compiling to the CPU architecture AARCH64. Refactor packager script. #7370 #7539 ([Ivan](#))
- Unpack darwin-x86\_64 and linux-aarch64 toolchains into mounted Docker volume when building packages #7534 ([Ivan](#))
- Update Docker Image for Binary Packager #7474 ([Ivan](#))
- Fixed compile errors on MacOS Catalina #7585 ([Ernest Poletaev](#))
- Some refactoring in query analysis logic: split complex class into several simple ones. #7454 ([Artem Zuikov](#))
- Fix build without submodules #7295 ([proller](#))
- Better add\_globs in CMake files #7418 ([Amos Bird](#))
- Remove hardcoded paths in unwind target #7460 ([Konstantin Podshumok](#))
- Allow to use mysql format without ssl #7524 ([proller](#))

## OTHER

- Added ANTLR4 grammar for ClickHouse SQL dialect #7595 #7596 ([alexey-milovidov](#))

## ClickHouse release v19.16.2.2, 2019-10-30

### BACKWARD INCOMPATIBLE CHANGE

- Add missing arity validation for count/counlf. #7095 #7298 ([Vdimir](#))
- Remove legacy `asterisk_left_columns_only` setting (it was disabled by default). #7335 ([Artem Zuikov](#))
- Format strings for Template data format are now specified in files. #7118 ([tavplubix](#))

### NEW FEATURE

- Introduce `uniqCombined64()` to calculate cardinality greater than `UINT_MAX`. #7213, #7222 ([Azat Khuzhin](#))
- Support Bloom filter indexes on Array columns. #6984 ([achimbab](#))
- Add a function `getMacro(name)` that returns String with the value of corresponding `<macros>` from server configuration. #7240 ([alexey-milovidov](#))
- Set two configuration options for a dictionary based on an HTTP source: `credentials` and `http-headers`. #7092 ([Guillaume Tassery](#))
- Add a new `ProfileEvent Merge` that counts the number of launched background merges. #7093 ([Mikhail Korotov](#))
- Add `fullHostName` function that returns a fully qualified domain name. #7263 #7291 ([sundyli](#))
- Add functions `arraySplit` and `arrayReverseSplit` which split an array by "cut off" conditions. They are useful in time sequence handling. #7294 ([hcz](#))
- Add new functions that return the Array of all matched indices in multiMatch family of functions. #7299 ([Danila Kutenin](#))
- Add a new database engine `Lazy` that is optimized for storing a large number of small -Log tables. #7171 ([Nikita Vasilev](#))
- Add aggregate functions `groupBitmapAnd`, `-Or`, `-Xor` for bitmap columns. #7109 ([Zhichang Yu](#))
- Add aggregate function combinator `-OrNull` and `-OrDefault`, which return null or default values when there is nothing to aggregate. #7331 ([hcz](#))
- Introduce `CustomSeparated` data format that supports custom escaping and delimiter rules. #7118 ([tavplubix](#))
- Support Redis as source of external dictionary. #4361 #6962 ([comunodi](#), [Anton Popov](#))

### BUG FIX

- Fix wrong query result if it has `WHERE IN (SELECT ...)` section and `optimize_read_in_order` is used. #7371 ([Anton Popov](#))
- Disabled MariaDB authentication plugin, which depends on files outside of project. #7140 ([Yuriy Baranov](#))
- Fix exception `Cannot convert column ... because it is constant but values of constants are different in source and result` which could rarely happen when functions `now()`, `today()`, `yesterday()`, `randConstant()` are used. #7156 ([Nikolai Kochetov](#))
- Fixed issue of using HTTP keep alive timeout instead of TCP keep alive timeout. #7351 ([Vasily Nemkov](#))
- Fixed a segmentation fault in `groupBitmapOr` (issue #7109). #7289 ([Zhichang Yu](#))
- For materialized views the commit for Kafka is called after all data were written. #7175 ([Ivan](#))
- Fixed wrong `duration_ms` value in `system.part_log` table. It was ten times off. #7172 ([Vladimir Chebotarev](#))
- A quick fix to resolve crash in LIVE VIEW table and re-enabling all LIVE VIEW tests. #7201 ([vzakaznikov](#))
- Serialize NULL values correctly in min/max indexes of MergeTree parts. #7234 ([Alexander Kuzmenkov](#))
- Don't put virtual columns to `.sql` metadata when table is created as `CREATE TABLE AS`. #7183 ([Ivan](#))
- Fix segmentation fault in `ATTACH PART` query. #7185 ([alesapin](#))

- Fix wrong result for some queries given by the optimization of empty IN subqueries and empty INNER/RIGHT JOIN. [#7284 \(Nikolai Kochetov\)](#)
- Fixing AddressSanitizer error in the LIVE VIEW getHeader() method. [#7271 \(vzakaznikov\)](#)

## IMPROVEMENT

- Add a message in case of queue\_wait\_max\_ms wait takes place. [#7390 \(Azat Khuzhin\)](#)
- Made setting `s3_min_upload_part_size` table-level. [#7059 \(Vladimir Chebotarev\)](#)
- Check TTL in StorageFactory. [#7304 \(sundyli\)](#)
- Squash left-hand blocks in partial merge join (optimization). [#7122 \(Artem Zuikov\)](#)
- Do not allow non-deterministic functions in mutations of Replicated table engines, because this can introduce inconsistencies between replicas. [#7247 \(Alexander Kazakov\)](#)
- Disable memory tracker while converting exception stack trace to string. It can prevent the loss of error messages of type `Memory limit exceeded` on server, which caused the `Attempt to read after eof` exception on client. [#7264 \(Nikolai Kochetov\)](#)
- Miscellaneous format improvements. Resolves [#6033](#), [#2633](#), [#6611](#), [#6742](#) [#7215 \(tavplubix\)](#)
- ClickHouse ignores values on the right side of IN operator that are not convertible to the left side type. Make it work properly for compound types -- Array and Tuple. [#7283 \(Alexander Kuzmenkov\)](#)
- Support missing inequalities for ASOF JOIN. It's possible to join less-or-equal variant and strict greater and less variants for ASOF column in ON syntax. [#7282 \(Artem Zuikov\)](#)
- Optimize partial merge join. [#7070 \(Artem Zuikov\)](#)
- Do not use more than 98K of memory in uniqCombined functions. [#7236](#), [#7270 \(Azat Khuzhin\)](#)
- Flush parts of right-hand joining table on disk in PartialMergeJoin (if there is not enough memory). Load data back when needed. [#7186 \(Artem Zuikov\)](#)

## PERFORMANCE IMPROVEMENT

- Speed up joinGet with const arguments by avoiding data duplication. [#7359 \(Amos Bird\)](#)
- Return early if the subquery is empty. [#7007 \(小路\)](#)
- Optimize parsing of SQL expression in Values. [#6781 \(tavplubix\)](#)

## BUILD/TESTING/PACKAGING IMPROVEMENT

- Disable some contribs for cross-compilation to Mac OS. [#7101 \(Ivan\)](#)
- Add missing linking with PocoXML for clickhouse\_common\_io. [#7200 \(Azat Khuzhin\)](#)
- Accept multiple test filter arguments in clickhouse-test. [#7226 \(Alexander Kuzmenkov\)](#)
- Enable musl and jemalloc for ARM. [#7300 \(Amos Bird\)](#)
- Added `--client-option` parameter to `clickhouse-test` to pass additional parameters to client. [#7277 \(Nikolai Kochetov\)](#)
- Preserve existing configs on rpm package upgrade. [#7103 \(filimonov\)](#)
- Fix errors detected by PVS. [#7153 \(Artem Zuikov\)](#)
- Fix build for Darwin. [#7149 \(Ivan\)](#)
- glibc 2.29 compatibility. [#7142 \(Amos Bird\)](#)
- Make sure dh\_clean does not touch potential source files. [#7205 \(Amos Bird\)](#)
- Attempt to avoid conflict when updating from altinity rpm - it has config file packaged separately in clickhouse-server-common. [#7073 \(filimonov\)](#)
- Optimize some header files for faster rebuilds. [#7212](#), [#7231 \(Alexander Kuzmenkov\)](#)

- Add performance tests for Date and DateTime. [#7332 \(Vasily Nemkov\)](#)
- Fix some tests that contained non-deterministic mutations. [#7132 \(Alexander Kazakov\)](#)
- Add build with MemorySanitizer to CI. [#7066 \(Alexander Kuzmenkov\)](#)
- Avoid use of uninitialized values in MetricsTransmitter. [#7158 \(Azat Khuzhin\)](#)
- Fix some issues in Fields found by MemorySanitizer. [#7135, #7179 \(Alexander Kuzmenkov\)](#), [#7376 \(Amos Bird\)](#)
- Fix undefined behavior in murmurhash32. [#7388 \(Amos Bird\)](#)
- Fix undefined behavior in StoragesInfoStream. [#7384 \(tavplubix\)](#)
- Fixed constant expressions folding for external database engines (MySQL, ODBC, JDBC). In previous versions it wasn't working for multiple constant expressions and was not working at all for Date, DateTime and UUID. This fixes [#7245](#) [#7252 \(alexey-milovidov\)](#)
- Fixing ThreadSanitizer data race error in the LIVE VIEW when accessing no\_users\_thread variable. [#7353 \(vzakaznikov\)](#)
- Get rid of malloc symbols in libcommon [#7134, #7065 \(Amos Bird\)](#)
- Add global flag ENABLE\_LIBRARIES for disabling all libraries. [#7063 \(proller\)](#)

#### **CODE CLEANUP**

- Generalize configuration repository to prepare for DDL for Dictionaries. [#7155 \(alesapin\)](#)
- Parser for dictionaries DDL without any semantic. [#7209 \(alesapin\)](#)
- Split ParserCreateQuery into different smaller parsers. [#7253 \(alesapin\)](#)
- Small refactoring and renaming near external dictionaries. [#7111 \(alesapin\)](#)
- Refactor some code to prepare for role-based access control. [#7235 \(Vitaly Baranov\)](#)
- Some improvements in DatabaseOrdinary code. [#7086 \(Nikita Vasilev\)](#)
- Do not use iterators in find() and emplace() methods of hash tables. [#7026 \(Alexander Kuzmenkov\)](#)
- Fix getMultipleValuesFromConfig in case when parameter root is not empty. [#7374 \(Mikhail Korotov\)](#)
- Remove some copy-paste (TemporaryFile and TemporaryFileStream) [#7166 \(Artem Zuikov\)](#)
- Improved code readability a little bit ( MergeTreeData::getActiveContainingPart ). [#7361 \(Vladimir Chebotarev\)](#)
- Wait for all scheduled jobs, which are using local objects, if `ThreadPool::schedule(...)` throws an exception. Rename `ThreadPool::schedule(...)` to `ThreadPool::scheduleOrThrowOnError(...)` and fix comments to make obvious that it may throw. [#7350 \(tavplubix\)](#)

## ClickHouse release 19.15

### **ClickHouse release 19.15.4.10, 2019-10-31**

#### **BUG FIX**

- Added handling of SQL\_TINYINT and SQL\_BIGINT, and fix handling of SQL\_FLOAT data source types in ODBC Bridge. [#7491 \(Denis Glazachev\)](#)
- Allowed to have some parts on destination disk or volume in MOVE PARTITION. [#7434 \(Vladimir Chebotarev\)](#)
- Fixed NULL-values in nullable columns through ODBC-bridge. [#7402 \(Vasily Nemkov\)](#)
- Fixed INSERT into Distributed non local node with MATERIALIZED columns. [#7377 \(Azat Khuzhin\)](#)
- Fixed function getMultipleValuesFromConfig. [#7374 \(Mikhail Korotov\)](#)
- Fixed issue of using HTTP keep alive timeout instead of TCP keep alive timeout. [#7351 \(Vasily Nemkov\)](#)
- Wait for all jobs to finish on exception (fixes rare segfaults). [#7350 \(tavplubix\)](#)

- Don't push to MVs when inserting into Kafka table. #7265 ([Ivan](#))
- Disable memory tracker for exception stack. #7264 ([Nikolai Kochetov](#))
- Fixed bad code in transforming query for external database. #7252 ([alexey-milovidov](#))
- Avoid use of uninitialized values in MetricsTransmitter. #7158 ([Azat Khuzhin](#))
- Added example config with macros for tests ([alexey-milovidov](#))

## **ClickHouse release 19.15.3.6, 2019-10-09**

### **BUG FIX**

- Fixed bad\_variant in hashed dictionary. ([alesapin](#))
- Fixed up bug with segmentation fault in ATTACH PART query. ([alesapin](#))
- Fixed time calculation in `MergeTreeData`. ([Vladimir Chebotarev](#))
- Commit to Kafka explicitly after the writing is finalized. #7175 ([Ivan](#))
- Serialize NULL values correctly in min/max indexes of MergeTree parts. #7234 ([Alexander Kuzmenkov](#))

## **ClickHouse release 19.15.2.2, 2019-10-01**

### **NEW FEATURE**

- Tiered storage: support to use multiple storage volumes for tables with MergeTree engine. It's possible to store fresh data on SSD and automatically move old data to HDD. ([example](#)). #4918 ([lgr](#)) #6489 ([alesapin](#))
- Add table function `input` for reading incoming data in `INSERT SELECT` query. #5450 ([palasonic1](#)) #6832 ([Anton Popov](#))
- Add a `sparse_hashed` dictionary layout, that is functionally equivalent to the `hashed` layout, but is more memory efficient. It uses about twice as less memory at the cost of slower value retrieval. #6894 ([Azat Khuzhin](#))
- Implement ability to define list of users for access to dictionaries. Only current connected database using. #6907 ([Guillaume Tassery](#))
- Add `LIMIT` option to `SHOW` query. #6944 ([Philipp Malkovsky](#))
- Add `bitmapSubsetLimit(bitmap, range_start, limit)` function, that returns subset of the smallest `limit` values in set that is no smaller than `range_start`. #6957 ([Zhichang Yu](#))
- Add `bitmapMin` and `bitmapMax` functions. #6970 ([Zhichang Yu](#))
- Add function `repeat` related to [issue-6648](#) #6999 ([flynn](#))

### **EXPERIMENTAL FEATURE**

- Implement (in memory) Merge Join variant that does not change current pipeline. Result is partially sorted by merge key. Set `partial_merge_join = 1` to use this feature. The Merge Join is still in development. #6940 ([Artem Zuikov](#))
- Add S3 engine and table function. It is still in development (no authentication support yet). #5596 ([Vladimir Chebotarev](#))

### **IMPROVEMENT**

- Every message read from Kafka is inserted atomically. This resolves almost all known issues with Kafka engine. #6950 ([Ivan](#))
- Improvements for failover of Distributed queries. Shorten recovery time, also it is now configurable and can be seen in `system.clusters`. #6399 ([Vasily Nemkov](#))
- Support numeric values for Enums directly in `IN` section. #6766 #6941 ([dimarub2000](#))
- Support (optional, disabled by default) redirects on URL storage. #6914 ([maqroll](#))
- Add information message when client with an older version connects to a server. #6893 ([Philipp Malkovsky](#))

- Remove maximum backoff sleep time limit for sending data in Distributed tables [#6895](#) ([Azat Khuzhin](#))
- Add ability to send profile events (counters) with cumulative values to graphite. It can be enabled under `<events_cumulative>` in server config.xml . [#6969](#) ([Azat Khuzhin](#))
- Add automatically cast type `T` to `LowCardinality(T)` while inserting data in column of type `LowCardinality(T)` in Native format via HTTP. [#6891](#) ([Nikolai Kochetov](#))
- Add ability to use function `hex` without using `reinterpretAsString` for `Float32` , `Float64` . [#7024](#) ([Mikhail Korotov](#))

#### BUILD/TESTING/PACKAGING IMPROVEMENT

- Add gdb-index to clickhouse binary with debug info. It will speed up startup time of gdb . [#6947](#) ([alesapin](#))
- Speed up deb packaging with patched dpkg-deb which uses `pigz` . [#6960](#) ([alesapin](#))
- Set `enable_fuzzing = 1` to enable libfuzzer instrumentation of all the project code. [#7042](#) ([kyprizel](#))
- Add split build smoke test in CI. [#7061](#) ([alesapin](#))
- Add build with MemorySanitizer to CI. [#7066](#) ([Alexander Kuzmenkov](#))
- Replace `libsparsehash` with `sparsehash-c11` [#6965](#) ([Azat Khuzhin](#))

#### BUG FIX

- Fixed performance degradation of index analysis on complex keys on large tables. This fixes #6924. [#7075](#) ([alexey-milovidov](#))
- Fix logical error causing segfaults when selecting from Kafka empty topic. [#6909](#) ([Ivan](#))
- Fix too early MySQL connection close in `MySQLBlockInputStream.cpp` . [#6882](#) ([Clément Rodriguez](#))
- Returned support for very old Linux kernels (fix [#6841](#)) [#6853](#) ([alexey-milovidov](#))
- Fix possible data loss in `insert select` query in case of empty block in input stream. #6834 #6862 [#6911](#) ([Nikolai Kochetov](#))
- Fix for function `ArrayEnumerateUniqRanked` with empty arrays in params [#6928](#) ([proller](#))
- Fix complex queries with array joins and global subqueries. [#6934](#) ([Ivan](#))
- Fix `Unknown identifier` error in ORDER BY and GROUP BY with multiple JOINs [#7022](#) ([Artem Zuikov](#))
- Fixed MSan warning while executing function with `LowCardinality` argument. [#7062](#) ([Nikolai Kochetov](#))

#### BACKWARD INCOMPATIBLE CHANGE

- Changed serialization format of bitmap *aggregate function states* to improve performance. Serialized states of bitmap from previous versions cannot be read. [#6908](#) ([Zhichang Yu](#))

## ClickHouse release 19.14

### **ClickHouse release 19.14.7.15, 2019-10-02**

#### BUG FIX

- This release also contains all bug fixes from 19.11.12.69.
- Fixed compatibility for distributed queries between 19.14 and earlier versions. This fixes [#7068](#). [#7069](#) ([alexey-milovidov](#))

### **ClickHouse release 19.14.6.12, 2019-09-19**

#### BUG FIX

- Fix for function `ArrayEnumerateUniqRanked` with empty arrays in params. [#6928](#) ([proller](#))
- Fixed subquery name in queries with `ARRAY JOIN` and `GLOBAL IN` subquery with alias. Use subquery alias for

external table name if it is specified. #6934 (Ivan)

## BUILD/TESTING/PACKAGING IMPROVEMENT

- Fix flapping test 00715\_fetch\_merged\_or\_mutated\_part\_zookeeper by rewriting it to a shell scripts because it needs to wait for mutations to apply. #6977 (Alexander Kazakov)
- Fixed UBSan and MemSan failure in function groupUniqArray with empty array argument. It was caused by placing of empty PaddedPODArray into hash table zero cell because constructor for zero cell value was not called. #6937 (Amos Bird)

## ClickHouse release 19.14.3.3, 2019-09-10

### NEW FEATURE

- WITH FILL modifier for ORDER BY . (continuation of #5069) #6610 (Anton Popov)
- WITH TIES modifier for LIMIT . (continuation of #5069) #6610 (Anton Popov)
- Parse unquoted NULL literal as NULL (if setting format\_csv\_unquoted\_null\_literal\_as\_null=1 ). Initialize null fields with default values if data type of this field is not nullable (if setting input\_format\_null\_as\_default=1 ). #5990 #6055 (tavplubix)
- Support for wildcards in paths of table functions file and hdfs . If the path contains wildcards, the table will be readonly. Example of usage: select \* from hdfs('hdfs://hdfs1:9000/some\_dir/another\_dir/\*file{0..9}{0..9}') and select \* from file('some\_dir/{some\_file,another\_file,yet\_another}.tsv', 'TSV', 'value UInt32') . #6092 (Olga Khvostikova)
- New system.metric\_log table which stores values of system.events and system.metrics with specified time interval. #6363 #6467 (Nikita Mikhaylov) #6530 (alexey-milovidov)
- Allow to write ClickHouse text logs to system.text\_log table. #6037 #6103 (Nikita Mikhaylov) #6164 (alexey-milovidov )
- Show private symbols in stack traces (this is done via parsing symbol tables of ELF files). Added information about file and line number in stack traces if debug info is present. Speedup symbol name lookup with indexing symbols present in program. Added new SQL functions for introspection: demangle and addressToLine . Renamed function symbolizeAddress to addressToSymbol for consistency. Function addressToSymbol will return mangled name for performance reasons and you have to apply demangle . Added setting allow\_introspection\_functions which is turned off by default. #6201 (alexey-milovidov)
- Table function values (the name is case-insensitive). It allows to read from VALUES list proposed in #5984. Example: SELECT \* FROM VALUES('a UInt64, s String', (1, 'one'), (2, 'two'), (3, 'three')) . #6217. #6209 (dimarub2000)
- Added an ability to alter storage settings. Syntax: ALTER TABLE <table> MODIFY SETTING <setting> = <value> . #6366 #6669 #6685 (alesapin)
- Support for removing of detached parts. Syntax: ALTER TABLE <table\_name> DROP DETACHED PART '<part\_id>' . #6158 (tavplubix)
- Table constraints. Allows to add constraint to table definition which will be checked at insert. #5273 (Gleb Novikov) #6652 (alexey-milovidov)
- Support for cascaded materialized views. #6324 (Amos Bird)
- Turn on query profiler by default to sample every query execution thread once a second. #6283 (alexey-milovidov)
- Input format ORC . #6454 #6703 (akonyaev90)
- Added two new functions: sigmoid and tanh (that are useful for machine learning applications). #6254 (alexey-milovidov)
- Function hasToken(haystack, token) , hasTokenCaseInsensitive(haystack, token) to check if given token is in haystack. Token is a maximal length substring between two non alphanumeric ASCII characters (or boundaries of haystack). Token must be a constant string. Supported by tokenbf\_v1 index specialization. #6596, #6662 (Vasily Nemkov)
- New function neighbor(value, offset[, default\_value]) . Allows to reach prev/next value within column in a block of data.

#5925 (Alex Krash) 6685365ab8c5b74f9650492c88a012596eb1b0c6  
341e2e4587a18065c2da1ca888c73389f48ce36c Alexey Milovidov

- Created a function `currentUser()`, returning login of authorized user. Added alias `user()` for compatibility with MySQL. #6470 (Alex Krash)
- New aggregate functions `quantilesExactInclusive` and `quantilesExactExclusive` which were proposed in #5885. #6477 (dimarub2000)
- Function `bitmapRange(bitmap, range_begin, range_end)` which returns new set with specified range (not include the `range_end`). #6314 (Zhichang Yu)
- Function `geohashesInBox(longitude_min, latitude_min, longitude_max, latitude_max, precision)` which creates array of precision-long strings of geohash-boxes covering provided area. #6127 (Vasily Nemkov)
- Implement support for `INSERT` query with `Kafka` tables. #6012 (Ivan)
- Added support for `_partition` and `_timestamp` virtual columns to Kafka engine. #6400 (Ivan)
- Possibility to remove sensitive data from `query_log`, server logs, process list with regexp-based rules. #5710 (filimonov)

## EXPERIMENTAL FEATURE

- Input and output data format `Template`. It allows to specify custom format string for input and output. #4354 #6727 (tavplubix)
- Implementation of `LIVE VIEW` tables that were originally proposed in #2898, prepared in #3925, and then updated in #5541. See #5541 for detailed description. #5541 (vzakaznikov) #6425 (Nikolai Kochetov) #6656 (vzakaznikov)  
Note that `LIVE VIEW` feature may be removed in next versions.

## BUG FIX

- This release also contains all bug fixes from 19.13 and 19.11.
- Fix segmentation fault when the table has skip indices and vertical merge happens. #6723 (alesapin)
- Fix per-column TTL with non-trivial column defaults. Previously in case of force TTL merge with `OPTIMIZE ... FINAL` query, expired values was replaced by type defaults instead of user-specified column defaults. #6796 (Anton Popov )
- Fix Kafka messages duplication problem on normal server restart. #6597 (Ivan)
- Fixed infinite loop when reading Kafka messages. Do not pause/resume consumer on subscription at all - otherwise it may get paused indefinitely in some scenarios. #6354 (Ivan)
- Fix Key expression contains comparison between incompatible types exception in `bitmapContains` function. #6136 #6146 #6156 (dimarub2000)
- Fix segfault with enabled `optimize_skip_unused_shards` and missing sharding key. #6384 (Anton Popov)
- Fixed wrong code in mutations that may lead to memory corruption. Fixed segfault with read of address 0x14c0 that may happen due to concurrent `DROP TABLE` and `SELECT` from `system.parts` or `system.parts_columns`. Fixed race condition in preparation of mutation queries. Fixed deadlock caused by `OPTIMIZE` of Replicated tables and concurrent modification operations like `ALTERs`. #6514 (alexey-milovidov)
- Removed extra verbose logging in MySQL interface #6389 (alexey-milovidov)
- Return the ability to parse boolean settings from 'true' and 'false' in the configuration file. #6278 (alesapin)
- Fix crash in `quantile` and `median` function over `Nullable(Decimal128)`. #6378 (Artem Zuikov)
- Fixed possible incomplete result returned by `SELECT` query with `WHERE` condition on primary key contained conversion to `Float` type. It was caused by incorrect checking of monotonicity in `toFloat` function. #6248 #6374 (dimarub2000)
- Check `max_expanded_ast_elements` setting for mutations. Clear mutations after `TRUNCATE TABLE`. #6205 (Winter Zhang)

- Fix JOIN results for key columns when used with `join_use_nulls`. Attach Nulls instead of columns defaults. #6249 ([Artem Zuikov](#))
- Fix for skip indices with vertical merge and alter. Fix for Bad size of marks file exception. #6594 #6713 ([alesapin](#))
- Fix rare crash in `ALTER MODIFY COLUMN` and vertical merge when one of merged/altered parts is empty (0 rows) #6746 #6780 ([alesapin](#))
- Fixed bug in conversion of `LowCardinality` types in `AggregateFunctionFactory`. This fixes #6257. #6281 ([Nikolai Kochetov](#))
- Fix wrong behavior and possible segfaults in `topK` and `topKWeighted` aggregated functions. #6404 ([Anton Popov](#))
- Fixed unsafe code around `getIdentifier` function. #6401 #6409 ([alexey-milovidov](#))
- Fixed bug in MySQL wire protocol (is used while connecting to ClickHouse from MySQL client). Caused by heap buffer overflow in `PacketPayloadWriteBuffer`. #6212 ([Yuriy Baranov](#))
- Fixed memory leak in `bitmapSubsetInRange` function. #6819 ([Zhichang Yu](#))
- Fix rare bug when mutation executed after granularity change. #6816 ([alesapin](#))
- Allow protobuf message with all fields by default. #6132 ([Vitaly Baranov](#))
- Resolve a bug with `nullIf` function when we send a `NULL` argument on the second argument. #6446 ([Guillaume Tassery](#))
- Fix rare bug with wrong memory allocation/deallocation in complex key cache dictionaries with string fields which leads to infinite memory consumption (looks like memory leak). Bug reproduces when string size was a power of two starting from eight (8, 16, 32, etc). #6447 ([alesapin](#))
- Fixed Gorilla encoding on small sequences which caused exception Cannot write after end of buffer. #6398 #6444 ([Vasily Nemkov](#))
- Allow to use not nullable types in JOINS with `join_use_nulls` enabled. #6705 ([Artem Zuikov](#))
- Disable `Poco::AbstractConfiguration` substitutions in query in `clickhouse-client`. #6706 ([alexey-milovidov](#))
- Avoid deadlock in `REPLACE PARTITION`. #6677 ([alexey-milovidov](#))
- Using `arrayReduce` for constant arguments may lead to segfault. #6242 #6326 ([alexey-milovidov](#))
- Fix inconsistent parts which can appear if replica was restored after `DROP PARTITION`. #6522 #6523 ([tavplubix](#))
- Fixed hang in `JSONExtractRaw` function. #6195 #6198 ([alexey-milovidov](#))
- Fix bug with incorrect skip indices serialization and aggregation with adaptive granularity. #6594. #6748 ([alesapin](#))
- Fix `WITH ROLLUP` and `WITH CUBE` modifiers of `GROUP BY` with two-level aggregation. #6225 ([Anton Popov](#))
- Fix bug with writing secondary indices marks with adaptive granularity. #6126 ([alesapin](#))
- Fix initialization order while server startup. Since `StorageMergeTree::background_task_handle` is initialized in `startup()` the `MergeTreeBlockOutputStream::write()` may try to use it before initialization. Just check if it is initialized. #6080 ([Ivan](#))
- Clearing the data buffer from the previous read operation that was completed with an error. #6026 ([Nikolay](#))
- Fix bug with enabling adaptive granularity when creating a new replica for Replicated\*MergeTree table. #6394 #6452 ([alesapin](#))
- Fixed possible crash during server startup in case of exception happened in libunwind during exception at access to uninitialized `ThreadStatus` structure. #6456 ([Nikita Mikhaylov](#))
- Fix crash in `yandexConsistentHash` function. Found by fuzz test. #6304 #6305 ([alexey-milovidov](#))
- Fixed the possibility of hanging queries when server is overloaded and global thread pool becomes near full. This have higher chance to happen on clusters with large number of shards (hundreds), because distributed queries allocate a thread per connection to each shard. For example, this issue may reproduce if a cluster of 330 shards is processing 30 concurrent distributed queries. This issue affects all versions starting from 19.2. #6301 ([alexey-milovidov](#))

- Fixed logic of `arrayEnumerateUniqRanked` function. #6423 (alexey-milovidov)
- Fix segfault when decoding symbol table. #6603 (Amos Bird)
- Fixed irrelevant exception in cast of `LowCardinality(Nullable)` to not-Nullable column in case if it doesn't contain Nulls (e.g. in query like `SELECT CAST(CAST('Hello' AS LowCardinality(Nullable(String))) AS String)`). #6094 #6119 (Nikolai Kochetov)
- Removed extra quoting of description in `system.settings` table. #6696 #6699 (alexey-milovidov)
- Avoid possible deadlock in `TRUNCATE` of Replicated table. #6695 (alexey-milovidov)
- Fix reading in order of sorting key. #6189 (Anton Popov)
- Fix `ALTER TABLE ... UPDATE` query for tables with `enable_mixed_granularity_parts=1`. #6543 (alesapin)
- Fix bug opened by #4405 (since 19.4.0). Reproduces in queries to Distributed tables over MergeTree tables when we doesn't query any columns (`SELECT 1`). #6236 (alesapin)
- Fixed overflow in integer division of signed type to unsigned type. The behaviour was exactly as in C or C++ language (integer promotion rules) that may be surprising. Please note that the overflow is still possible when dividing large signed number to large unsigned number or vice-versa (but that case is less usual). The issue existed in all server versions. #6214 #6233 (alexey-milovidov)
- Limit maximum sleep time for throttling when `max_execution_speed` or `max_execution_speed_bytes` is set. Fixed false errors like Estimated query execution time (inf seconds) is too long . #5547 #6232 (alexey-milovidov)
- Fixed issues about using `MATERIALIZED` columns and aliases in `MaterializedView` . #448 #3484 #3450 #2878 #2285 #3796 (Amos Bird) #6316 (alexey-milovidov)
- Fix `FormatFactory` behaviour for input streams which are not implemented as processor. #6495 (Nikolai Kochetov)
- Fixed typo. #6631 (Alex Ryndin)
- Typo in the error message (is -> are). #6839 (Denis Zhuravlev)
- Fixed error while parsing of columns list from string if type contained a comma (this issue was relevant for `File` , `URL` , `HDFS` storages) #6217. #6209 (dimarub2000)

## SECURITY FIX

- This release also contains all bug security fixes from 19.13 and 19.11.
- Fixed the possibility of a fabricated query to cause server crash due to stack overflow in SQL parser. Fixed the possibility of stack overflow in Merge and Distributed tables, materialized views and conditions for row-level security that involve subqueries. #6433 (alexey-milovidov)

## IMPROVEMENT

- Correct implementation of ternary logic for `AND/OR` . #6048 (Alexander Kazakov)
- Now values and rows with expired TTL will be removed after `OPTIMIZE ... FINAL` query from old parts without TTL infos or with outdated TTL infos, e.g. after `ALTER ... MODIFY TTL` query. Added queries `SYSTEM STOP/START TTL MERGES` to disallow/allow assign merges with TTL and filter expired values in all merges. #6274 (Anton Popov)
- Possibility to change the location of ClickHouse history file for client using `CLICKHOUSE_HISTORY_FILE` env. #6840 (filimonov)
- Remove `dry_run` flag from `InterpreterSelectQuery` . . . #6375 (Nikolai Kochetov)
- Support `ASOF JOIN` with `ON` section. #6211 (Artem Zuikov)
- Better support of skip indexes for mutations and replication. Support for `MATERIALIZE/CLEAR INDEX ... IN PARTITION` query. `UPDATE x = x` recalculates all indices that use column `x` . #5053 (Nikita Vasilev)
- Allow to `ATTACH` live views (for example, at the server startup) regardless to `allow_experimental_live_view` setting. #6754 (alexey-milovidov)
- For stack traces gathered by query profiler, do not include stack frames generated by the query profiler itself. #6250

(alexey-milovidov)

- Now table functions `values`, `file`, `url`, `hdfs` have support for ALIAS columns. #6255 (alexey-milovidov)
- Throw an exception if `config.d` file doesn't have the corresponding root element as the config file. #6123 (dimarub2000)
- Print extra info in exception message for `no space left on device`. #6182, #6252 #6352 (tavplubix)
- When determining shards of a `Distributed` table to be covered by a read query (for `optimize_skip_unused_shards = 1`) ClickHouse now checks conditions from both `prewhere` and `where` clauses of select statement. #6521 (Alexander Kazakov)
- Enabled `SIMDJSON` for machines without AVX2 but with SSE 4.2 and PCLMUL instruction set. #6285 #6320 (alexey-milovidov)
- ClickHouse can work on filesystems without `O_DIRECT` support (such as ZFS and Btrfs) without additional tuning. #4449 #6730 (alexey-milovidov)
- Support push down predicate for final subquery. #6120 (TCeason) #6162 (alexey-milovidov)
- Better `JOIN ON` keys extraction #6131 (Artem Zuikov)
- Updated `SIMDJSON`. #6285. #6306 (alexey-milovidov)
- Optimize selecting of smallest column for `SELECT count()` query. #6344 (Amos Bird)
- Added `strict` parameter in `windowFunnel()`. When the `strict` is set, the `windowFunnel()` applies conditions only for the unique values. #6548 (achimbab)
- Safer interface of `mysqlxx::Pool`. #6150 (avasiliev)
- Options line size when executing with `--help` option now corresponds with terminal size. #6590 (dimarub2000)
- Disable "read in order" optimization for aggregation without keys. #6599 (Anton Popov)
- HTTP status code for `INCORRECT_DATA` and `TYPE_MISMATCH` error codes was changed from default 500 Internal Server Error to 400 Bad Request. #6271 (Alexander Rodin)
- Move Join object from `ExpressionAction` into `AnalyzedJoin`. `ExpressionAnalyzer` and `ExpressionAction` do not know about `Join` class anymore. Its logic is hidden by `AnalyzedJoin` iface. #6801 (Artem Zuikov)
- Fixed possible deadlock of distributed queries when one of shards is localhost but the query is sent via network connection. #6759 (alexey-milovidov)
- Changed semantic of multiple tables `RENAME` to avoid possible deadlocks. #6757. #6756 (alexey-milovidov)
- Rewritten MySQL compatibility server to prevent loading full packet payload in memory. Decreased memory consumption for each connection to approximately `2 * DBMS_DEFAULT_BUFFER_SIZE` (read/write buffers). #5811 (Yuriy Baranov)
- Move AST alias interpreting logic out of parser that doesn't have to know anything about query semantics. #6108 (Artem Zuikov)
- Slightly more safe parsing of `NamesAndTypesList`. #6408. #6410 (alexey-milovidov)
- `clickhouse-copier` : Allow use `where_condition` from config with `partition_key` alias in query for checking partition existence (Earlier it was used only in reading data queries). #6577 (proller)
- Added optional message argument in `throwIf`. (#5772) #6329 (Vdimir)
- Server exception got while sending insertion data is now being processed in client as well. #5891 #6711 (dimarub2000)
- Added a metric `DistributedFilesToInsert` that shows the total number of files in filesystem that are selected to send to remote servers by Distributed tables. The number is summed across all shards. #6600 (alexey-milovidov)
- Move most of JOINs prepare logic from `ExpressionAction/ExpressionAnalyzer` to `AnalyzedJoin`. #6785 (Artem Zuikov)
- Fix TSan warning 'lock-order-inversion'. #6740 (Vasily Nemkov)

- Better information messages about lack of Linux capabilities. Logging fatal errors with "fatal" level, that will make it easier to find in `system.text_log` . [#6441 \(alexey-milovidov\)](#)
- When enable dumping temporary data to the disk to restrict memory usage during `GROUP BY` , `ORDER BY` , it didn't check the free disk space. The fix add a new setting `min_free_disk_space` , when the free disk space it smaller then the threshold, the query will stop and throw `ErrorCodes::NOT_ENOUGH_SPACE` . [#6678 \(Weiqing Xu\)](#) [#6691 \(alexey-milovidov\)](#)
- Removed recursive rwlock by thread. It makes no sense, because threads are reused between queries. `SELECT` query may acquire a lock in one thread, hold a lock from another thread and exit from first thread. In the same time, first thread can be reused by `DROP` query. This will lead to false "Attempt to acquire exclusive lock recursively" messages. [#6771 \(alexey-milovidov\)](#)
- Split `ExpressionAnalyzer.appendJoin()` . Prepare a place in `ExpressionAnalyzer` for `MergeJoin` . [#6524 \(Artem Zuikov\)](#)
- Added `mysql_native_password` authentication plugin to MySQL compatibility server. [#6194 \(Yuriy Baranov\)](#)
- Less number of `clock_gettime` calls; fixed ABI compatibility between debug/release in `Allocator` (insignificant issue). [#6197 \(alexey-milovidov\)](#)
- Move `collectUsedColumns` from `ExpressionAnalyzer` to `SyntaxAnalyzer` . `SyntaxAnalyzer` makes `required_source_columns` itself now. [#6416 \(Artem Zuikov\)](#)
- Add setting `joined_subquery_requires_alias` to require aliases for subselects and table functions in `FROM` that more than one table is present (i.e. queries with JOINs). [#6733 \(Artem Zuikov\)](#)
- Extract `GetAggregatesVisitor` class from `ExpressionAnalyzer` . [#6458 \(Artem Zuikov\)](#)
- `system.query_log` : change data type of `type` column to `Enum` . [#6265 \(Nikita Mikhaylov\)](#)
- Static linking of `sha256_password` authentication plugin. [#6512 \(Yuriy Baranov\)](#)
- Avoid extra dependency for the setting `compile` to work. In previous versions, the user may get error like `cannot open crt.o` , unable to find library -lc etc. [#6309 \(alexey-milovidov\)](#)
- More validation of the input that may come from malicious replica. [#6303 \(alexey-milovidov\)](#)
- Now `clickhouse-obfuscator` file is available in `clickhouse-client` package. In previous versions it was available as `clickhouse obfuscator` (with whitespace). [#5816](#) [#6609 \(dimarub2000\)](#)
- Fixed deadlock when we have at least two queries that read at least two tables in different order and another query that performs DDL operation on one of tables. Fixed another very rare deadlock. [#6764 \(alexey-milovidov\)](#)
- Added `os_thread_ids` column to `system.processes` and `system.query_log` for better debugging possibilities. [#6763 \(alexey-milovidov\)](#)
- A workaround for PHP mysqlnd extension bugs which occur when `sha256_password` is used as a default authentication plugin (described in [#6031](#)). [#6113 \(Yuriy Baranov\)](#)
- Remove unneeded place with changed nullability columns. [#6693 \(Artem Zuikov\)](#)
- Set default value of `queue_max_wait_ms` to zero, because current value (five seconds) makes no sense. There are rare circumstances when this settings has any use. Added settings `replace_running_query_max_wait_ms` , `kafka_max_wait_ms` and `connection_pool_max_wait_ms` for disambiguation. [#6692 \(alexey-milovidov\)](#)
- Extract `SelectQueryExpressionAnalyzer` from `ExpressionAnalyzer` . Keep the last one for non-select queries. [#6499 \(Artem Zuikov\)](#)
- Removed duplicating input and output formats. [#6239 \(Nikolai Kochetov\)](#)
- Allow user to override `poll_interval` and `idle_connection_timeout` settings on connection. [#6230 \(alexey-milovidov\)](#)
- MergeTree now has an additional option `ttl_only_drop_parts` (disabled by default) to avoid partial pruning of parts, so that they dropped completely when all the rows in a part are expired. [#6191 \(Sergi Vladyskin\)](#)
- Type checks for set index functions. Throw exception if function got a wrong type. This fixes fuzz test with UBSan. [#6511 \(Nikita Vasilev\)](#)

## PERFORMANCE IMPROVEMENT

- Optimize queries with `ORDER BY` expressions clause, where expressions have coinciding prefix with sorting key in `MergeTree` tables. This optimization is controlled by `optimize_read_in_order` setting. #6054 #6629 ([Anton Popov](#))
- Allow to use multiple threads during parts loading and removal. #6372 #6074 #6438 ([alexey-milovidov](#))
- Implemented batch variant of updating aggregate function states. It may lead to performance benefits. #6435 ([alexey-milovidov](#))
- Using `FastOps` library for functions `exp`, `log`, `sigmoid`, `tanh`. `FastOps` is a fast vector math library from Michael Parakhin (Yandex CTO). Improved performance of `exp` and `log` functions more than 6 times. The functions `exp` and `log` from `Float32` argument will return `Float32` (in previous versions they always return `Float64`). Now `exp(nan)` may return `inf`. The result of `exp` and `log` functions may be not the nearest machine representable number to the true answer. #6254 ([alexey-milovidov](#)) Using Danila Kutenin variant to make fastops working #6317 ([alexey-milovidov](#))
- Disable consecutive key optimization for `UInt8/16`. #6298 #6701 ([akuzm](#))
- Improved performance of `simdjson` library by getting rid of dynamic allocation in `ParsedJson::Iterator`. #6479 ([Vitaly Baranov](#))
- Pre-fault pages when allocating memory with `mmap()`. #6667 ([akuzm](#))
- Fix performance bug in `Decimal` comparison. #6380 ([Artem Zuikov](#))

## BUILD/TESTING/PACKAGING IMPROVEMENT

- Remove Compiler (runtime template instantiation) because we've win over it's performance. #6646 ([alexey-milovidov](#))
- Added performance test to show degradation of performance in gcc-9 in more isolated way. #6302 ([alexey-milovidov](#))
- Added table function `numbers_mt`, which is multithreaded version of `numbers`. Updated performance tests with hash functions. #6554 ([Nikolai Kochetov](#))
- Comparison mode in `clickhouse-benchmark` #6220 #6343 ([dimarub2000](#))
- Best effort for printing stack traces. Also added `SIGPROF` as a debugging signal to print stack trace of a running thread. #6529 ([alexey-milovidov](#))
- Every function in its own file, part 10. #6321 ([alexey-milovidov](#))
- Remove doubled const `TABLE_IS_READ_ONLY`. #6566 ([filimonov](#))
- Formatting changes for `StringHashMap` PR #5417. #6700 ([akuzm](#))
- Better subquery for join creation in `ExpressionAnalyzer`. #6824 ([Artem Zuikov](#))
- Remove a redundant condition (found by PVS Studio). #6775 ([akuzm](#))
- Separate the hash table interface for `ReverseIndex`. #6672 ([akuzm](#))
- Refactoring of settings. #6689 ([alesapin](#))
- Add comments for `set` index functions. #6319 ([Nikita Vasilev](#))
- Increase OOM score in debug version on Linux. #6152 ([akuzm](#))
- HDFS HA now work in debug build. #6650 ([Weiqing Xu](#))
- Added a test to `transform_query_for_external_database`. #6388 ([alexey-milovidov](#))
- Add test for multiple materialized views for Kafka table. #6509 ([Ivan](#))
- Make a better build scheme. #6500 ([Ivan](#))
- Fixed `test_external_dictionaries` integration in case it was executed under non root user. #6507 ([Nikolai Kochetov](#))
- The bug reproduces when total size of written packets exceeds `DBMS_DEFAULT_BUFFER_SIZE`. #6204 ([Yuriy Baranov](#))

- Added a test for `RENAME` table race condition [#6752 \(alexey-milovidov\)](#)
- Avoid data race on Settings in `KILL QUERY .` [#6753 \(alexey-milovidov\)](#)
- Add integration test for handling errors by a cache dictionary. [#6755 \(Vitaly Baranov\)](#)
- Disable parsing of ELF object files on Mac OS, because it makes no sense. [#6578 \(alexey-milovidov\)](#)
- Attempt to make changelog generator better. [#6327 \(alexey-milovidov\)](#)
- Adding `-Wshadow` switch to the GCC. [#6325 \(kreuzerkrieg\)](#)
- Removed obsolete code for `mimalloc` support. [#6715 \(alexey-milovidov\)](#)
- `zlib-ng` determines x86 capabilities and saves this info to global variables. This is done in `defaltelnet` call, which may be made by different threads simultaneously. To avoid multithreaded writes, do it on library startup. [#6141 \(akuzm\)](#)
- Regression test for a bug which in join which was fixed in [#5192.](#) [#6147 \(Bakhtiyor Ruziev\)](#)
- Fixed MSan report. [#6144 \(alexey-milovidov\)](#)
- Fix flapping TTL test. [#6782 \(Anton Popov\)](#)
- Fixed false data race in `MergeTreeDataPart::is_frozen` field. [#6583 \(alexey-milovidov\)](#)
- Fixed timeouts in fuzz test. In previous version, it managed to find false hangup in query `SELECT * FROM numbers_mt(gccMurmurHash("")) .` [#6582 \(alexey-milovidov\)](#)
- Added debug checks to `static_cast` of columns. [#6581 \(alexey-milovidov\)](#)
- Support for Oracle Linux in official RPM packages. [#6356 #6585 \(alexey-milovidov\)](#)
- Changed json perftests from `once` to `loop` type. [#6536 \(Nikolai Kochetov\)](#)
- `odbc-bridge.cpp` defines `main()` so it should not be included in `clickhouse-lib`. [#6538 \(Orivej Desh\)](#)
- Test for crash in `FULL|RIGHT JOIN` with nulls in right table's keys. [#6362 \(Artem Zuikov\)](#)
- Added a test for the limit on expansion of aliases just in case. [#6442 \(alexey-milovidov\)](#)
- Switched from `boost::filesystem` to `std::filesystem` where appropriate. [#6253 #6385 \(alexey-milovidov\)](#)
- Added RPM packages to website. [#6251 \(alexey-milovidov\)](#)
- Add a test for fixed `Unknown identifier` exception in `IN` section. [#6708 \(Artem Zuikov\)](#)
- Simplify `shared_ptr_helper` because people facing difficulties understanding it. [#6675 \(alexey-milovidov\)](#)
- Added performance tests for fixed Gorilla and DoubleDelta codec. [#6179 \(Vasily Nemkov\)](#)
- Split the integration test `test_dictionaries` into 4 separate tests. [#6776 \(Vitaly Baranov\)](#)
- Fix PVS-Studio warning in `PipelineExecutor .` [#6777 \(Nikolai Kochetov\)](#)
- Allow to use `library` dictionary source with ASan. [#6482 \(alexey-milovidov\)](#)
- Added option to generate changelog from a list of PRs. [#6350 \(alexey-milovidov\)](#)
- Lock the `TinyLog` storage when reading. [#6226 \(akuzm\)](#)
- Check for broken symlinks in CI. [#6634 \(alexey-milovidov\)](#)
- Increase timeout for "stack overflow" test because it may take a long time in debug build. [#6637 \(alexey-milovidov\)](#)
- Added a check for double whitespaces. [#6643 \(alexey-milovidov\)](#)
- Fix `new/delete` memory tracking when build with sanitizers. Tracking is not clear. It only prevents memory limit exceptions in tests. [#6450 \(Artem Zuikov\)](#)
- Enable back the check of undefined symbols while linking. [#6453 \(Ivan\)](#)
- Avoid rebuilding `hyperscan` every day. [#6307 \(alexey-milovidov\)](#)
- Fixed UBSan report in `ProtobufWriter .` [#6163 \(alexey-milovidov\)](#)
- Don't allow to use query profiler with sanitizers because it is not compatible. [#6769 \(alexey-milovidov\)](#)

- Add test for reloading a dictionary after fail by timer. [#6114](#) ([Vitaly Baranov](#))
- Fix inconsistency in `PipelineExecutor::prepareProcessor` argument type. [#6494](#) ([Nikolai Kochetov](#))
- Added a test for bad URLs. [#6493](#) ([alexey-milovidov](#))
- Added more checks to `CAST` function. This should get more information about segmentation fault in fuzzy test. [#6346](#) ([Nikolai Kochetov](#))
- Added `gcc-9` support to `docker/builder` container that builds image locally. [#6333](#) ([Gleb Novikov](#))
- Test for primary key with `LowCardinality(String)`. [#5044](#) [#6219](#) ([dimarub2000](#))
- Fixed tests affected by slow stack traces printing. [#6315](#) ([alexey-milovidov](#))
- Add a test case for crash in `groupUniqArray` fixed in [#6029](#). [#4402](#) [#6129](#) ([akuzm](#))
- Fixed indices mutations tests. [#6645](#) ([Nikita Vasilev](#))
- In performance test, do not read query log for queries we didn't run. [#6427](#) ([akuzm](#))
- Materialized view now could be created with any low cardinality types regardless to the setting about suspicious low cardinality types. [#6428](#) ([Olga Khvostikova](#))
- Updated tests for `send_logs_level` setting. [#6207](#) ([Nikolai Kochetov](#))
- Fix build under `gcc-8.2`. [#6196](#) ([Max Akhmedov](#))
- Fix build with internal `libc++`. [#6724](#) ([Ivan](#))
- Fix shared build with `rdkafka` library [#6101](#) ([Ivan](#))
- Fixes for Mac OS build (incomplete). [#6390](#) ([alexey-milovidov](#)) [#6429](#) ([alex-zaitsev](#))
- Fix "splitted" build. [#6618](#) ([alexey-milovidov](#))
- Other build fixes: [#6186](#) ([Amos Bird](#)) [#6486](#) [#6348](#) ([vxider](#)) [#6744](#) ([Ivan](#)) [#6016](#) [#6421](#) [#6491](#) ([proller](#))

#### **BACKWARD INCOMPATIBLE CHANGE**

- Removed rarely used table function `catBoostPool` and storage `CatBoostPool`. If you have used this table function, please write email to `clickhouse-feedback@yandex-team.com`. Note that CatBoost integration remains and will be supported. [#6279](#) ([alexey-milovidov](#))
- Disable `ANY RIGHT JOIN` and `ANY FULL JOIN` by default. Set `any_join_distinct_right_table_keys` setting to enable them. [#5126](#) [#6351](#) ([Artem Zuikov](#))

## ClickHouse release 19.13

### **ClickHouse release 19.13.6.51, 2019-10-02**

#### **BUG FIX**

- This release also contains all bug fixes from 19.11.12.69.

### **ClickHouse release 19.13.5.44, 2019-09-20**

#### **BUG FIX**

- This release also contains all bug fixes from 19.14.6.12.
- Fixed possible inconsistent state of table while executing `DROP` query for replicated table while zookeeper is not accessible. [#6045](#) [#6413](#) ([Nikita Mikhaylov](#))
- Fix for data race in `StorageMerge` [#6717](#) ([alexey-milovidov](#))
- Fix bug introduced in query profiler which leads to endless recv from socket. [#6386](#) ([alesapin](#))
- Fix excessive CPU usage while executing `JSONExtractRaw` function over a boolean value. [#6208](#) ([Vitaly Baranov](#))
- Fixes the regression while pushing to materialized view. [#6415](#) ([Ivan](#))

- Table function `url` had the vulnerability allowed the attacker to inject arbitrary HTTP headers in the request. This issue was found by [Nikita Tikhomirov](#). [#6466](#) ([alexey-milovidov](#))
- Fix useless `AST` check in Set index. [#6510](#) [#6651](#) ([Nikita Vasilev](#))
- Fixed parsing of `AggregateFunction` values embedded in query. [#6575](#) [#6773](#) ([Zhichang Yu](#))
- Fixed wrong behaviour of `trim` functions family. [#6647](#) ([alexey-milovidov](#))

## **ClickHouse release 19.13.4.32, 2019-09-10**

### **BUG FIX**

- This release also contains all bug security fixes from 19.11.9.52 and 19.11.10.54.
- Fixed data race in `system.parts` table and `ALTER` query. [#6245](#) [#6513](#) ([alexey-milovidov](#))
- Fixed mismatched header in streams happened in case of reading from empty distributed table with sample and prewhere. [#6167](#) ([Lixiang Qian](#)) [#6823](#) ([Nikolai Kochetov](#))
- Fixed crash when using `IN` clause with a subquery with a tuple. [#6125](#) [#6550](#) ([tavplubix](#))
- Fix case with same column names in `GLOBAL JOIN ON` section. [#6181](#) ([Artem Zuikov](#))
- Fix crash when casting types to `Decimal` that do not support it. Throw exception instead. [#6297](#) ([Artem Zuikov](#))
- Fixed crash in `extractAll()` function. [#6644](#) ([Artem Zuikov](#))
- Query transformation for MySQL, ODBC, JDBC table functions now works properly for `SELECT WHERE` queries with multiple `AND` expressions. [#6381](#) [#6676](#) ([dimarub2000](#))
- Added previous declaration checks for MySQL 8 integration. [#6569](#) ([Rafael David Tinoco](#))

### **SECURITY FIX**

- Fix two vulnerabilities in codecs in decompression phase (malicious user can fabricate compressed data that will lead to buffer overflow in decompression). [#6670](#) ([Artem Zuikov](#))

## **ClickHouse release 19.13.3.26, 2019-08-22**

### **BUG FIX**

- Fix `ALTER TABLE ... UPDATE` query for tables with `enable_mixed_granularity_parts=1`. [#6543](#) ([alesapin](#))
- Fix NPE when using `IN` clause with a subquery with a tuple. [#6125](#) [#6550](#) ([tavplubix](#))
- Fixed an issue that if a stale replica becomes alive, it may still have data parts that were removed by `DROP PARTITION`. [#6522](#) [#6523](#) ([tavplubix](#))
- Fixed issue with parsing CSV [#6426](#) [#6559](#) ([tavplubix](#))
- Fixed data race in `system.parts` table and `ALTER` query. This fixes [#6245](#), [#6513](#) ([alexey-milovidov](#))
- Fixed wrong code in mutations that may lead to memory corruption. Fixed segfault with read of address `0x14c0` that may happen due to concurrent `DROP TABLE` and `SELECT` from `system.parts` or `system.parts_columns`. Fixed race condition in preparation of mutation queries. Fixed deadlock caused by `OPTIMIZE` of Replicated tables and concurrent modification operations like `ALTERs`. [#6514](#) ([alexey-milovidov](#))
- Fixed possible data loss after `ALTER DELETE` query on table with skipping index. [#6224](#) [#6282](#) ([Nikita Vasilev](#))

### **SECURITY FIX**

- If the attacker has write access to ZooKeeper and is able to run custom server available from the network where ClickHouse runs, it can create custom-built malicious server that will act as ClickHouse replica and register it in ZooKeeper. When another replica will fetch data part from malicious replica, it can force clickhouse-server to write to arbitrary path on filesystem. Found by Eldar Zaitov, information security team at Yandex. [#6247](#) ([alexey-milovidov](#))

## **ClickHouse release 19.13.2.19, 2019-08-14**

### **NEW FEATURE**

- Sampling profiler on query level. Example. #4247 (laplab) #6124 (alexey-milovidov) #6250 #6283 #6386
- Allow to specify a list of columns with `COLUMNS('regexp')` expression that works like a more sophisticated variant of \* asterisk. #5951 (mfridental), (alexey-milovidov)
- `CREATE TABLE AS table_function()` is now possible #6057 (dimarub2000)
- Adam optimizer for stochastic gradient descent is used by default in `stochasticLinearRegression()` and `stochasticLogisticRegression()` aggregate functions, because it shows good quality without almost any tuning. #6000 (Quid37)
- Added functions for working with the custom week number #5212 (Andy Yang)
- `RENAME` queries now work with all storages. #5953 (Ivan)
- Now client receive logs from server with any desired level by setting `send_logs_level` regardless to the log level specified in server settings. #5964 (Nikita Mikhaylov)

### **BACKWARD INCOMPATIBLE CHANGE**

- The setting `input_format_defaults_for_omitted_fields` is enabled by default. Inserts in Distributed tables need this setting to be the same on cluster (you need to set it before rolling update). It enables calculation of complex default expressions for omitted fields in `JSONEachRow` and `CSV*` formats. It should be the expected behavior but may lead to negligible performance difference. #6043 (Artem Zuikov), #5625 (akuzm)

### **EXPERIMENTAL FEATURES**

- New query processing pipeline. Use `experimental_use_processors=1` option to enable it. Use for your own trouble. #4914 (Nikolai Kochetov)

### **BUG FIX**

- Kafka integration has been fixed in this version.
- Fixed DoubleDelta encoding of `Int64` for large DoubleDelta values, improved DoubleDelta encoding for random data for `Int32`. #5998 (Vasily Nemkov)
- Fixed overestimation of `max_rows_to_read` if the setting `merge_tree_uniform_read_distribution` is set to 0. #6019 (alexey-milovidov)

### **IMPROVEMENT**

- Throws an exception if `config.d` file doesn't have the corresponding root element as the config file #6123 (dimarub2000)

### **PERFORMANCE IMPROVEMENT**

- Optimize `count()`. Now it uses the smallest column (if possible). #6028 (Amos Bird)

### **BUILD/TESTING/PACKAGING IMPROVEMENT**

- Report memory usage in performance tests. #5899 (akuzm)
- Fix build with external `libcxx` #6010 (Ivan)
- Fix shared build with `rdkafka` library #6101 (Ivan)

## **ClickHouse release 19.11**

## **ClickHouse release 19.11.13.74, 2019-11-01**

### **BUG FIX**

- Fixed rare crash in `ALTER MODIFY COLUMN` and vertical merge when one of merged/altered parts is empty (0 rows). [#6780 \(alesapin\)](#)
- Manual update of `SIMDJSON`. This fixes possible flooding of stderr files with bogus json diagnostic messages. [#7548 \(Alexander Kazakov\)](#)
- Fixed bug with `mrk` file extension for mutations [\(alesapin\)](#)

## **ClickHouse release 19.11.12.69, 2019-10-02**

### **BUG FIX**

- Fixed performance degradation of index analysis on complex keys on large tables. This fixes [#6924](#) [#7075 \(alexey-milovidov\)](#)
- Avoid rare SIGSEGV while sending data in tables with Distributed engine ( Failed to send batch: file with index XXXXX is absent ). [#7032 \(Azat Khuzhin\)](#)
- Fix `Unknown identifier` with multiple joins. This fixes [#5254](#) [#7022 \(Artem Zuikov\)](#)

## **ClickHouse release 19.11.11.57, 2019-09-13**

- Fix logical error causing segfaults when selecting from Kafka empty topic. [#6902](#) [#6909 \(Ivan\)](#)
- Fix for function `ArrayEnumerateUniqRanked` with empty arrays in params. [#6928 \(proller\)](#)

## **ClickHouse release 19.11.10.54, 2019-09-10**

### **BUG FIX**

- Do store offsets for Kafka messages manually to be able to commit them all at once for all partitions. Fixes potential duplication in "one consumer - many partitions" scenario. [#6872 \(Ivan\)](#)

## **ClickHouse release 19.11.9.52, 2019-09-6**

- Improve error handling in cache dictionaries. [#6737 \(Vitaly Baranov\)](#)
- Fixed bug in function `arrayEnumerateUniqRanked`. [#6779 \(proller\)](#)
- Fix `JSONExtract` function while extracting a `Tuple` from JSON. [#6718 \(Vitaly Baranov\)](#)
- Fixed possible data loss after `ALTER DELETE` query on table with skipping index. [#6224](#) [#6282 \(Nikita Vasilev\)](#)
- Fixed performance test. [#6392 \(alexey-milovidov\)](#)
- Parquet: Fix reading boolean columns. [#6579 \(alexey-milovidov\)](#)
- Fixed wrong behaviour of `nullIf` function for constant arguments. [#6518 \(Guillaume Tassery\)](#) [#6580 \(alexey-milovidov\)](#)
- Fix Kafka messages duplication problem on normal server restart. [#6597 \(Ivan\)](#)
- Fixed an issue when long `ALTER UPDATE` or `ALTER DELETE` may prevent regular merges to run. Prevent mutations from executing if there is no enough free threads available. [#6502](#) [#6617 \(tavplubix\)](#)
- Fixed error with processing "timezone" in server configuration file. [#6709 \(alexey-milovidov\)](#)
- Fix kafka tests. [#6805 \(Ivan\)](#)

### **SECURITY FIX**

- If the attacker has write access to ZooKeeper and is able to run custom server available from the network where ClickHouse runs, it can create custom-built malicious server that will act as ClickHouse replica and register it in ZooKeeper. When another replica will fetch data part from malicious replica, it can force clickhouse-server to write to arbitrary path on filesystem. Found by Eldar Zaitov, information security team at Yandex. [#6247 \(alexey-milovidov\)](#)

## **ClickHouse release 19.11.8.46, 2019-08-22**

## BUG FIX

- Fix `ALTER TABLE ... UPDATE` query for tables with `enable_mixed_granularity_parts=1`. [#6543 \(alesapin\)](#)
- Fix NPE when using IN clause with a subquery with a tuple. [#6125 #6550 \(tavplubix\)](#)
- Fixed an issue that if a stale replica becomes alive, it may still have data parts that were removed by DROP PARTITION. [#6522 #6523 \(tavplubix\)](#)
- Fixed issue with parsing CSV [#6426 #6559 \(tavplubix\)](#)
- Fixed data race in system.parts table and ALTER query. This fixes [#6245. #6513 \(alexey-milovidov\)](#)
- Fixed wrong code in mutations that may lead to memory corruption. Fixed segfault with read of address 0x14c0 that may happen due to concurrent `DROP TABLE` and `SELECT` from `system.parts` or `system.parts_columns`. Fixed race condition in preparation of mutation queries. Fixed deadlock caused by `OPTIMIZE` of Replicated tables and concurrent modification operations like ALTERs. [#6514 \(alexey-milovidov\)](#)

## ClickHouse release 19.11.7.40, 2019-08-14

## BUG FIX

- Kafka integration has been fixed in this version.
- Fix segfault when using `arrayReduce` for constant arguments. [#6326 \(alexey-milovidov\)](#)
- Fixed `toFloat()` monotonicity. [#6374 \(dimarub2000\)](#)
- Fix segfault with enabled `optimize_skip_unused_shards` and missing sharding key. [#6384 \(CurtizJ\)](#)
- Fixed logic of `arrayEnumerateUniqRanked` function. [#6423 \(alexey-milovidov\)](#)
- Removed extra verbose logging from MySQL handler. [#6389 \(alexey-milovidov\)](#)
- Fix wrong behavior and possible segfaults in `topK` and `topKWeighted` aggregated functions. [#6404 \(CurtizJ\)](#)
- Do not expose virtual columns in `system.columns` table. This is required for backward compatibility. [#6406 \(alexey-milovidov\)](#)
- Fix bug with memory allocation for string fields in complex key cache dictionary. [#6447 \(alesapin\)](#)
- Fix bug with enabling adaptive granularity when creating new replica for `Replicated*MergeTree` table. [#6452 \(alesapin\)](#)
- Fix infinite loop when reading Kafka messages. [#6354 \(abyss7\)](#)
- Fixed the possibility of a fabricated query to cause server crash due to stack overflow in SQL parser and possibility of stack overflow in `Merge` and `Distributed` tables [#6433 \(alexey-milovidov\)](#)
- Fixed Gorilla encoding error on small sequences. [#6444 \(Enmk\)](#)

## IMPROVEMENT

- Allow user to override `poll_interval` and `idle_connection_timeout` settings on connection. [#6230 \(alexey-milovidov\)](#)

## ClickHouse release 19.11.5.28, 2019-08-05

## BUG FIX

- Fixed the possibility of hanging queries when server is overloaded. [#6301 \(alexey-milovidov\)](#)
- Fix FPE in `yandexConsistentHash` function. This fixes [#6304. #6126 \(alexey-milovidov\)](#)
- Fixed bug in conversion of `LowCardinality` types in `AggregateFunctionFactory`. This fixes [#6257. #6281 \(Nikolai Kochetov\)](#)
- Fix parsing of `bool` settings from `true` and `false` strings in configuration files. [#6278 \(alesapin\)](#)
- Fix rare bug with incompatible stream headers in queries to `Distributed` table over `MergeTree` table when part of

WHERE moves to PREWHERE . [#6236 \(alesapin\)](#)

- Fixed overflow in integer division of signed type to unsigned type. This fixes [#6214](#). [#6233 \(alexey-milovidov\)](#)

#### BACKWARD INCOMPATIBLE CHANGE

- Kafka still broken.

### ClickHouse release 19.11.4.24, 2019-08-01

#### BUG FIX

- Fix bug with writing secondary indices marks with adaptive granularity. [#6126 \(alesapin\)](#)
- Fix WITH ROLLUP and WITH CUBE modifiers of GROUP BY with two-level aggregation. [#6225 \(Anton Popov\)](#)
- Fixed hang in JSONExtractRaw function. Fixed [#6195](#) [#6198 \(alexey-milovidov\)](#)
- Fix segfault in ExternalLoader::reloadOutdated(). [#6082 \(Vitaly Baranov\)](#)
- Fixed the case when server may close listening sockets but not shutdown and continue serving remaining queries. You may end up with two running clickhouse-server processes. Sometimes, the server may return an error `bad_function_call` for remaining queries. [#6231 \(alexey-milovidov\)](#)
- Fixed useless and incorrect condition on update field for initial loading of external dictionaries via ODBC, MySQL, ClickHouse and HTTP. This fixes [#6069](#) [#6083 \(alexey-milovidov\)](#)
- Fixed irrelevant exception in cast of `LowCardinality(Nullable)` to not-Nullable column in case if it doesn't contain Nulls (e.g. in query like `SELECT CAST(CAST('Hello' AS LowCardinality(Nullable(String))) AS String)`) . [#6094](#) [#6119 \(Nikolai Kochetov\)](#)
- Fix non-deterministic result of "uniq" aggregate function in extreme rare cases. The bug was present in all ClickHouse versions. [#6058 \(alexey-milovidov\)](#)
- Segfault when we set a little bit too high CIDR on the function `IPv6CIDRToRange` . [#6068 \(Guillaume Tassery\)](#)
- Fixed small memory leak when server throw many exceptions from many different contexts. [#6144 \(alexey-milovidov\)](#)
- Fix the situation when consumer got paused before subscription and not resumed afterwards. [#6075 \(ivan\)](#) Note that Kafka is broken in this version.
- Clearing the Kafka data buffer from the previous read operation that was completed with an error [#6026 \(Nikolay\)](#) Note that Kafka is broken in this version.
- Since `StorageMergeTree::background_task_handle` is initialized in `startup()` the `MergeTreeBlockOutputStream::write()` may try to use it before initialization. Just check if it is initialized. [#6080 \(ivan\)](#)

#### BUILD/TESTING/PACKAGING IMPROVEMENT

- Added official `rpm` packages. [#5740 \(proller\) \(alesapin\)](#)
- Add an ability to build `.rpm` and `.tgz` packages with `packager` script. [#5769 \(alesapin\)](#)
- Fixes for "Arcadia" build system. [#6223 \(proller\)](#)

#### BACKWARD INCOMPATIBLE CHANGE

- Kafka is broken in this version.

### ClickHouse release 19.11.3.11, 2019-07-18

#### NEW FEATURE

- Added support for prepared statements. [#5331 \(Alexander\)](#) [#5630 \(alexey-milovidov\)](#)
- DoubleDelta and Gorilla column codecs [#5600 \(Vasily Nemkov\)](#)
- Added `os_thread_priority` setting that allows to control the "nice" value of query processing threads that is used by

OS to adjust dynamic scheduling priority. It requires `CAP_SYS_NICE` capabilities to work. This implements #5858 #5909 (alexey-milovidov)

- Implement `_topic`, `_offset`, `_key` columns for Kafka engine #5382 (Ivan) Note that Kafka is broken in this version.
- Add aggregate function combinator -Resample #5590 (hcz)
- Aggregate functions `groupArrayMovingSum(win_size)(x)` and `groupArrayMovingAvg(win_size)(x)`, which calculate moving sum/avg with or without window-size limitation. #5595 (inv2004)
- Add synonym `arrayFlatten`  $\leftrightarrow$  `flatten` #5764 (hcz)
- Integrate H3 function `geoToH3` from Uber. #4724 (Remen Ivan) #5805 (alexey-milovidov)

## BUG FIX

- Implement DNS cache with asynchronous update. Separate thread resolves all hosts and updates DNS cache with period (setting `dns_cache_update_period`). It should help, when ip of hosts changes frequently. #5857 (Anton Popov)
- Fix segfault in `Delta` codec which affects columns with values less than 32 bits size. The bug led to random memory corruption. #5786 (alesapin)
- Fix segfault in TTL merge with non-physical columns in block. #5819 (Anton Popov)
- Fix rare bug in checking of part with `LowCardinality` column. Previously `checkDataPart` always fails for part with `LowCardinality` column. #5832 (alesapin)
- Avoid hanging connections when server thread pool is full. It is important for connections from remote table function or connections to a shard without replicas when there is long connection timeout. This fixes #5878 #5881 (alexey-milovidov)
- Support for constant arguments to `evalMLModel` function. This fixes #5817 #5820 (alexey-milovidov)
- Fixed the issue when ClickHouse determines default time zone as `UCT` instead of `UTC`. This fixes #5804. #5828 (alexey-milovidov)
- Fixed buffer underflow in `visitParamExtractRaw`. This fixes #5901 #5902 (alexey-milovidov)
- Now distributed `DROP/ALTER/TRUNCATE/OPTIMIZE ON CLUSTER` queries will be executed directly on leader replica. #5757 (alesapin)
- Fix `coalesce` for `ColumnConst` with `ColumnNullable` + related changes. #5755 (Artem Zuikov)
- Fix the `ReadBufferFromKafkaConsumer` so that it keeps reading new messages after `commit()` even if it was stalled before #5852 (Ivan)
- Fix `FULL` and `RIGHT JOIN` results when joining on `Nullable` keys in right table. #5859 (Artem Zuikov)
- Possible fix of infinite sleeping of low-priority queries. #5842 (alexey-milovidov)
- Fix race condition, which cause that some queries may not appear in `query_log` after `SYSTEM FLUSH LOGS` query. #5456 #5685 (Anton Popov)
- Fixed heap-use-after-free ASan warning in ClusterCopier caused by watch which try to use already removed copier object. #5871 (Nikolai Kochetov)
- Fixed wrong `StringRef` pointer returned by some implementations of `IColumn::deserializeAndInsertFromArena`. This bug affected only unit-tests. #5973 (Nikolai Kochetov)
- Prevent source and intermediate array join columns of masking same name columns. #5941 (Artem Zuikov)
- Fix insert and select query to MySQL engine with MySQL style identifier quoting. #5704 (Winter Zhang)
- Now `CHECK TABLE` query can work with MergeTree engine family. It returns check status and message if any for each part (or file in case of simpler engines). Also, fix bug in fetch of a broken part. #5865 (alesapin)
- Fix `SPLIT_SHARED_LIBRARIES` runtime #5793 (Danila Kutenin)
- Fixed time zone initialization when `/etc/localtime` is a relative symlink like `../usr/share/zoneinfo/Europe/Moscow` #5922 (alexey-milovidov)

- clickhouse-copier: Fix use-after free on shutdown [#5752 \(proller\)](#)
- Updated `simdjson`. Fixed the issue that some invalid JSONs with zero bytes successfully parse. [#5938 \(alexey-milovidov\)](#)
- Fix shutdown of SystemLogs [#5802 \(Anton Popov\)](#)
- Fix hanging when condition in `invalidate_query` depends on a dictionary. [#6011 \(Vitaly Baranov\)](#)

## IMPROVEMENT

- Allow unresolvable addresses in cluster configuration. They will be considered unavailable and tried to resolve at every connection attempt. This is especially useful for Kubernetes. This fixes [#5714 #5924 \(alexey-milovidov\)](#)
- Close idle TCP connections (with one hour timeout by default). This is especially important for large clusters with multiple distributed tables on every server, because every server can possibly keep a connection pool to every other server, and after peak query concurrency, connections will stall. This fixes [#5879 #5880 \(alexey-milovidov\)](#)
- Better quality of `topK` function. Changed the `SavingSpace` set behavior to remove the last element if the new element have a bigger weight. [#5833 #5850 \(Guillaume Tassery\)](#)
- URL functions to work with domains now can work for incomplete URLs without scheme [#5725 \(alesapin\)](#)
- Checksums added to the `system.parts_columns` table. [#5874 \(Nikita Mikhaylov\)](#)
- Added `Enum` data type as a synonym for `Enum8` or `Enum16`. [#5886 \(dimarub2000\)](#)
- Full bit transpose variant for `T64` codec. Could lead to better compression with `zstd`. [#5742 \(Artem Zuikov\)](#)
- Condition on `startsWith` function now can uses primary key. This fixes [#5310](#) and [#5882 #5919 \(dimarub2000\)](#)
- Allow to use `clickhouse-copier` with cross-replication cluster topology by permitting empty database name. [#5745 \(nvartolomei\)](#)
- Use `UTC` as default timezone on a system without `tzdata` (e.g. bare Docker container). Before this patch, error message `Could not determine local time zone` was printed and server or client refused to start. [#5827 \(alexey-milovidov\)](#)
- Returned back support for floating point argument in function `quantileTiming` for backward compatibility. [#5911 \(alexey-milovidov\)](#)
- Show which table is missing column in error messages. [#5768 \(ivan\)](#)
- Disallow run query with same `query_id` by various users [#5430 \(proller\)](#)
- More robust code for sending metrics to Graphite. It will work even during long multiple `RENAME TABLE` operation. [#5875 \(alexey-milovidov\)](#)
- More informative error messages will be displayed when ThreadPool cannot schedule a task for execution. This fixes [#5305 #5801 \(alexey-milovidov\)](#)
- Inverting ngramSearch to be more intuitive [#5807 \(Danila Kutenin\)](#)
- Add user parsing in HDFS engine builder [#5946 \(akonyaev90\)](#)
- Update default value of `max_ast_elements` parameter [#5933 \(Artem Konovalov\)](#)
- Added a notion of obsolete settings. The obsolete setting `allow_experimental_low_cardinality_type` can be used with no effect. [0f15c01c6802f7ce1a1494c12c846be8c98944cd Alexey Milovidov](#)

## PERFORMANCE IMPROVEMENT

- Increase number of streams to SELECT from Merge table for more uniform distribution of threads. Added setting `max_streams_multiplier_for_merge_tables`. This fixes [#5797 #5915 \(alexey-milovidov\)](#)

## BUILD/TESTING/PACKAGING IMPROVEMENT

- Add a backward compatibility test for client-server interaction with different versions of clickhouse. [#5868 \(alesapin \)](#)
- Test coverage information in every commit and pull request. [#5896 \(alesapin\)](#)

- Cooperate with address sanitizer to support our custom allocators (`Arena` and `ArenaWithFreeLists`) for better debugging of "use-after-free" errors. [#5728](#) ([akuzm](#))
- Switch to [LLVM libunwind implementation](#) for C++ exception handling and for stack traces printing [#4828](#) ([Nikita Lapkov](#))
- Add two more warnings from -Weverything [#5923](#) ([alexey-milovidov](#))
- Allow to build ClickHouse with Memory Sanitizer. [#3949](#) ([alexey-milovidov](#))
- Fixed ubsan report about `bitTest` function in fuzz test. [#5943](#) ([alexey-milovidov](#))
- Docker: added possibility to init a ClickHouse instance which requires authentication. [#5727](#) ([Korviakov Andrey](#))
- Update librdkafka to version 1.1.0 [#5872](#) ([Ivan](#))
- Add global timeout for integration tests and disable some of them in tests code. [#5741](#) ([alesapin](#))
- Fix some ThreadSanitizer failures. [#5854](#) ([akuzm](#))
- The `--no-undefined` option forces the linker to check all external names for existence while linking. It's very useful to track real dependencies between libraries in the split build mode. [#5855](#) ([Ivan](#))
- Added performance test for [#5797](#) [#5914](#) ([alexey-milovidov](#))
- Fixed compatibility with gcc-7. [#5840](#) ([alexey-milovidov](#))
- Added support for gcc-9. This fixes [#5717](#) [#5774](#) ([alexey-milovidov](#))
- Fixed error when libunwind can be linked incorrectly. [#5948](#) ([alexey-milovidov](#))
- Fixed a few warnings found by PVS-Studio. [#5921](#) ([alexey-milovidov](#))
- Added initial support for clang-tidy static analyzer. [#5806](#) ([alexey-milovidov](#))
- Convert BSD/Linux endian macros('be64toh' and 'htobe64') to the Mac OS X equivalents [#5785](#) ([Fu Chen](#))
- Improved integration tests guide. [#5796](#) ([Vladimir Chebotarev](#))
- Fixing build at macosx + gcc9 [#5822](#) ([filimonov](#))
- Fix a hard-to-spot typo: `aggreAGte` -> `aggregate`. [#5753](#) ([akuzm](#))
- Fix freebsd build [#5760](#) ([proller](#))
- Add link to experimental YouTube channel to website [#5845](#) ([Ivan Blinkov](#))
- CMake: add option for coverage flags: `WITH_COVERAGE` [#5776](#) ([proller](#))
- Fix initial size of some inline PODArray's. [#5787](#) ([akuzm](#))
- clickhouse-server.postinst: fix os detection for centos 6 [#5788](#) ([proller](#))
- Added Arch linux package generation. [#5719](#) ([Vladimir Chebotarev](#))
- Split Common/config.h by libs (dbms) [#5715](#) ([proller](#))
- Fixes for "Arcadia" build platform [#5795](#) ([proller](#))
- Fixes for unconventional build (gcc9, no submodules) [#5792](#) ([proller](#))
- Require explicit type in `unalignedStore` because it was proven to be bug-prone [#5791](#) ([akuzm](#))
- Fixes MacOS build [#5830](#) ([filimonov](#))
- Performance test concerning the new JIT feature with bigger dataset, as requested here [#5263](#) [#5887](#) ([Guillaume Tassery](#))
- Run stateful tests in stress test [12693e568722f11e19859742f56428455501fd2a](#) ([alesapin](#))

#### **BACKWARD INCOMPATIBLE CHANGE**

- Kafka is broken in this version.
- Enable `adaptive_index_granularity = 10MB` by default for new MergeTree tables. If you created new MergeTree tables

on version 19.11+, downgrade to versions prior to 19.6 will be impossible. [#5628](#) ([alesapin](#))

- Removed obsolete undocumented embedded dictionaries that were used by Yandex.Metrica. The functions `OSIn`, `SEIn`, `OSToRoot`, `SEHierarchy`, `SHierarchy` are no longer available. If you are using these functions, write email to [clickhouse-feedback@yandex-team.com](mailto:clickhouse-feedback@yandex-team.com). Note: at the last moment we decided to keep these functions for a while. [#5780](#) ([alexey-milovidov](#))

## ClickHouse release 19.10

### ClickHouse release 19.10.1.5, 2019-07-12

#### NEW FEATURE

- Add new column codec: `T64`. Made for `(U)IntX/EnumX/Data(Time)/DecimalX` columns. It should be good for columns with constant or small range values. Codec itself allows enlarge or shrink data type without re-compression. [#5557](#) ([Artem Zuikov](#))
- Add database engine `MySQL` that allow to view all the tables in remote MySQL server [#5599](#) ([Winter Zhang](#))
- `bitmapContains` implementation. It's 2x faster than `bitmapHasAny` if the second bitmap contains one element. [#5535](#) ([Zhichang Yu](#))
- Support for `crc32` function (with behaviour exactly as in MySQL or PHP). Do not use it if you need a hash function. [#5661](#) ([Remen Ivan](#))
- Implemented `SYSTEM START/STOP DISTRIBUTED SENDS` queries to control asynchronous inserts into Distributed tables. [#4935](#) ([Winter Zhang](#))

#### BUG FIX

- Ignore query execution limits and max parts size for merge limits while executing mutations. [#5659](#) ([Anton Popov](#))
- Fix bug which may lead to deduplication of normal blocks (extremely rare) and insertion of duplicate blocks (more often). [#5549](#) ([alesapin](#))
- Fix of function `arrayEnumerateUniqRanked` for arguments with empty arrays [#5559](#) ([proller](#))
- Don't subscribe to Kafka topics without intent to poll any messages. [#5698](#) ([Ivan](#))
- Make setting `join_use_nulls` get no effect for types that cannot be inside Nullable [#5700](#) ([Olga Khvostikova](#))
- Fixed Incorrect size of index granularity errors [#5720](#) ([coraxster](#))
- Fix Float to Decimal convert overflow [#5607](#) ([coraxster](#))
- Flush buffer when `WriteBufferFromHDFS`'s destructor is called. This fixes writing into HDFS. [#5684](#) ([Xindong Peng](#))

#### IMPROVEMENT

- Treat empty cells in `CSV` as default values when the setting `input_format_defaults_for_omitted_fields` is enabled. [#5625](#) ([akuzm](#))
- Non-blocking loading of external dictionaries. [#5567](#) ([Vitaly Baranov](#))
- Network timeouts can be dynamically changed for already established connections according to the settings. [#4558](#) ([Konstantin Podshumok](#))
- Using "public\_suffix\_list" for functions `firstSignificantSubdomain`, `cutToFirstSignificantSubdomain`. It's using a perfect hash table generated by `gperf` with a list generated from the file: [https://publicsuffix.org/list/public\\_suffix\\_list.dat](https://publicsuffix.org/list/public_suffix_list.dat). (for example, now we recognize the domain `ac.uk` as non-significant). [#5030](#) ([Guillaume Tassery](#))
- Adopted IPv6 data type in system tables; unified client info columns in `system.processes` and `system.query_log` [#5640](#) ([alexey-milovidov](#))
- Using sessions for connections with MySQL compatibility protocol. [#5476](#) [#5646](#) ([Yuriy Baranov](#))
- Support more `ALTER` queries ON CLUSTER . [#5593](#) [#5613](#) ([sundyli](#))

- Support `<logger>` section in `clickhouse-local` config file. [#5540 \(proller\)](#)
- Allow run query with `remote` table function in `clickhouse-local` [#5627 \(proller\)](#)

#### **PERFORMANCE IMPROVEMENT**

- Add the possibility to write the final mark at the end of MergeTree columns. It allows to avoid useless reads for keys that are out of table data range. It is enabled only if adaptive index granularity is in use. [#5624 \(alesapin\)](#)
- Improved performance of MergeTree tables on very slow filesystems by reducing number of `stat` syscalls. [#5648 \(alexey-milovidov\)](#)
- Fixed performance degradation in reading from MergeTree tables that was introduced in version 19.6. Fixes #5631. [#5633 \(alexey-milovidov\)](#)

#### **BUILD/TESTING/PACKAGING IMPROVEMENT**

- Implemented `TestKeeper` as an implementation of ZooKeeper interface used for testing [#5643 \(alexey-milovidov\) \(levushkin aleksej\)](#)
- From now on `.sql` tests can be run isolated by server, in parallel, with random database. It allows to run them faster, add new tests with custom server configurations, and be sure that different tests doesn't affect each other. [#5554 \(Ivan\)](#)
- Remove `<name>` and `<metrics>` from performance tests [#5672 \(Olga Khvostikova\)](#)
- Fixed "select\_format" performance test for `Pretty` formats [#5642 \(alexey-milovidov\)](#)

## **ClickHouse release 19.9**

### **ClickHouse release 19.9.3.31, 2019-07-05**

#### **BUG FIX**

- Fix segfault in Delta codec which affects columns with values less than 32 bits size. The bug led to random memory corruption. [#5786 \(alesapin\)](#)
- Fix rare bug in checking of part with LowCardinality column. [#5832 \(alesapin\)](#)
- Fix segfault in TTL merge with non-physical columns in block. [#5819 \(Anton Popov\)](#)
- Fix potential infinite sleeping of low-priority queries. [#5842 \(alexey-milovidov\)](#)
- Fix how ClickHouse determines default time zone as UCT instead of UTC. [#5828 \(alexey-milovidov\)](#)
- Fix bug about executing distributed DROP/ALTER/TRUNCATE/OPTIMIZE ON CLUSTER queries on follower replica before leader replica. Now they will be executed directly on leader replica. [#5757 \(alesapin\)](#)
- Fix race condition, which cause that some queries may not appear in `query_log` instantly after `SYSTEM FLUSH LOGS` query. [#5685 \(Anton Popov\)](#)
- Added missing support for constant arguments to `evalMLModel` function. [#5820 \(alexey-milovidov\)](#)

### **ClickHouse release 19.9.2.4, 2019-06-24**

#### **NEW FEATURE**

- Print information about frozen parts in `system.parts` table. [#5471 \(proller\)](#)
- Ask client password on `clickhouse-client` start on `tty` if not set in arguments [#5092 \(proller\)](#)
- Implement `dictGet` and `dictGetOrDefault` functions for Decimal types. [#5394 \(Artem Zuikov\)](#)

#### **IMPROVEMENT**

- Debian init: Add service stop timeout [#5522 \(proller\)](#)
- Add setting `forbidden` by default to create table with suspicious types for LowCardinality [#5448 \(Olga Khvostikova\)](#)

- Regression functions return model weights when not used as State in function `evalMLMethod` . [#5411 \(Quid37\)](#)
- Rename and improve regression methods. [#5492 \(Quid37\)](#)
- Clearer interfaces of string searchers. [#5586 \(Danila Kutenin\)](#)

## BUG FIX

- Fix potential data loss in Kafka [#5445 \(Ivan\)](#)
- Fix potential infinite loop in `PrettySpace` format when called with zero columns [#5560 \(Olga Khvostikova\)](#)
- Fixed UInt32 overflow bug in linear models. Allow eval ML model for non-const model argument. [#5516 \(Nikolai Kochetov\)](#)
- `ALTER TABLE ... DROP INDEX IF EXISTS ...` should not raise an exception if provided index does not exist [#5524 \(Gleb Novikov\)](#)
- Fix segfault with `bitmapHasAny` in scalar subquery [#5528 \(Zhichang Yu\)](#)
- Fixed error when replication connection pool doesn't retry to resolve host, even when DNS cache was dropped. [#5534 \(alesapin\)](#)
- Fixed `ALTER ... MODIFY TTL` on ReplicatedMergeTree. [#5539 \(Anton Popov\)](#)
- Fix `INSERT` into Distributed table with MATERIALIZED column [#5429 \(Azat Khuzhin\)](#)
- Fix bad alloc when truncate Join storage [#5437 \(TCeason\)](#)
- In recent versions of package tzdata some of files are symlinks now. The current mechanism for detecting default timezone gets broken and gives wrong names for some timezones. Now at least we force the timezone name to the contents of TZ if provided. [#5443 \(Ivan\)](#)
- Fix some extremely rare cases with MultiVolnitsky searcher when the constant needles in sum are at least 16KB long. The algorithm missed or overwrote the previous results which can lead to the incorrect result of `multiSearchAny` . [#5588 \(Danila Kutenin\)](#)
- Fix the issue when settings for ExternalData requests couldn't use ClickHouse settings. Also, for now, settings `date_time_input_format` and `low_cardinality_allow_in_native_format` cannot be used because of the ambiguity of names (in external data it can be interpreted as table format and in the query it can be a setting). [#5455 \(Danila Kutenin\)](#)
- Fix bug when parts were removed only from FS without dropping them from Zookeeper. [#5520 \(alesapin\)](#)
- Remove debug logging from MySQL protocol [#5478 \(alexey-milovidov\)](#)
- Skip ZNONODE during DDL query processing [#5489 \(Azat Khuzhin\)](#)
- Fix mix `UNION ALL` result column type. There were cases with inconsistent data and column types of resulting columns. [#5503 \(Artem Zuikov\)](#)
- Throw an exception on wrong integers in `dictGetT` functions instead of crash. [#5446 \(Artem Zuikov\)](#)
- Fix wrong element\_count and load\_factor for hashed dictionary in `system.dictionaries` table. [#5440 \(Azat Khuzhin\)](#)

## BUILD/TESTING/PACKAGING IMPROVEMENT

- Fixed build without Brotli HTTP compression support ( `ENABLE_BROTLI=OFF` cmake variable). [#5521 \(Anton Yuzhaninov\)](#)
- Include roaring.h as roaring/roaring.h [#5523 \(Orivej Desh\)](#)
- Fix gcc9 warnings in hyperscan (#line directive is evil!) [#5546 \(Danila Kutenin\)](#)
- Fix all warnings when compiling with gcc-9. Fix some contrib issues. Fix gcc9 ICE and submit it to bugzilla. [#5498 \(Danila Kutenin\)](#)
- Fixed linking with lld [#5477 \(alexey-milovidov\)](#)
- Remove unused specializations in dictionaries [#5452 \(Artem Zuikov\)](#)
- Improvement performance tests for formatting and parsing tables for different types of files [#5497 \(Olga](#)

[Khvostikova](#))

- Fixes for parallel test run [#5506 \(proller\)](#)
- Docker: use configs from clickhouse-test [#5531 \(proller\)](#)
- Fix compile for FreeBSD [#5447 \(proller\)](#)
- Upgrade boost to 1.70 [#5570 \(proller\)](#)
- Fix build clickhouse as submodule [#5574 \(proller\)](#)
- Improve JSONExtract performance tests [#5444 \(Vitaly Baranov\)](#)

## ClickHouse release 19.8

### **ClickHouse release 19.8.3.8, 2019-06-11**

#### **NEW FEATURES**

- Added functions to work with JSON [#4686 \(hcz\) #5124. \(Vitaly Baranov\)](#)
- Add a function basename, with a similar behaviour to a basename function, which exists in a lot of languages (`os.path.basename` in python, `basename` in PHP, etc...). Work with both an UNIX-like path or a Windows path. [#5136 \(Guillaume Tassery\)](#)
- Added `LIMIT n, m BY` or `LIMIT m OFFSET n BY` syntax to set offset of n for LIMIT BY clause. [#5138 \(Anton Popov\)](#)
- Added new data type `SimpleAggregateFunction`, which allows to have columns with light aggregation in an `AggregatingMergeTree`. This can only be used with simple functions like `any`, `anyLast`, `sum`, `min`, `max`. [#4629 \(Boris Granveaud\)](#)
- Added support for non-constant arguments in function `ngramDistance` [#5198 \(Danila Kutenin\)](#)
- Added functions `skewPop`, `skewSamp`, `kurtPop` and `kurtSamp` to compute for sequence skewness, sample skewness, kurtosis and sample kurtosis respectively. [#5200 \(hcz\)](#)
- Support rename operation for `MaterializeView` storage. [#5209 \(Guillaume Tassery\)](#)
- Added server which allows connecting to ClickHouse using MySQL client. [#4715 \(Yuriy Baranov\)](#)
- Add `toDecimal*OrZero` and `toDecimal*OrNull` functions. [#5291 \(Artem Zuikov\)](#)
- Support Decimal types in functions: `quantile`, `quantiles`, `median`, `quantileExactWeighted`, `quantilesExactWeighted`, `medianExactWeighted`. [#5304 \(Artem Zuikov\)](#)
- Added `toValidUTF8` function, which replaces all invalid UTF-8 characters by replacement character ♦ (U+FFFD). [#5322 \(Danila Kutenin\)](#)
- Added `format` function. Formatting constant pattern (simplified Python format pattern) with the strings listed in the arguments. [#5330 \(Danila Kutenin\)](#)
- Added `system.detached_parts` table containing information about detached parts of `MergeTree` tables. [#5353 \(akuzm\)](#)
- Added `ngramSearch` function to calculate the non-symmetric difference between needle and haystack. [#5418#5422 \(Danila Kutenin\)](#)
- Implementation of basic machine learning methods (stochastic linear regression and logistic regression) using aggregate functions interface. Has different strategies for updating model weights (simple gradient descent, momentum method, Nesterov method). Also supports mini-batches of custom size. [#4943 \(Quid37\)](#)
- Implementation of `geohashEncode` and `geohashDecode` functions. [#5003 \(Vasily Nemkov\)](#)
- Added aggregate function `timeSeriesGroupSum`, which can aggregate different time series that sample timestamp not alignment. It will use linear interpolation between two sample timestamp and then sum time-series together. Added aggregate function `timeSeriesGroupRateSum`, which calculates the rate of time-series and then sum rates together. [#4542 \(Yangkuan Liu\)](#)
- Added functions `IPv4CIDRtoIPv4Range` and `IPv6CIDRtoIPv6Range` to calculate the lower and higher bounds for an IP in

the subnet using a CIDR. [#5095 \(Guillaume Tassery\)](#)

- Add a X-ClickHouse-Summary header when we send a query using HTTP with enabled setting `send_progress_in_http_headers`. Return the usual information of X-ClickHouse-Progress, with additional information like how many rows and bytes were inserted in the query. [#5116 \(Guillaume Tassery\)](#)

## IMPROVEMENTS

- Added `max_parts_in_total` setting for MergeTree family of tables (default: 100 000) that prevents unsafe specification of partition key [#5166 \(alexey-milovidov\)](#)
- `clickhouse-obfuscator` : derive seed for individual columns by combining initial seed with column name, not column position. This is intended to transform datasets with multiple related tables, so that tables will remain JOINable after transformation. [#5178 \(alexey-milovidov\)](#)
- Added functions `JSONExtractRaw`, `JSONExtractKeyAndValues`. Renamed functions `jsonExtract<type>` to `JSONExtract<type>`. When something goes wrong these functions return the correspondent values, not `NULL`. Modified function `JSONExtract`, now it gets the return type from its last parameter and doesn't inject nullables. Implemented fallback to RapidJSON in case AVX2 instructions are not available. Simdjson library updated to a new version. [#5235 \(Vitaly Baranov\)](#)
- Now `if` and `multilf` functions don't rely on the condition's `Nullable`, but rely on the branches for sql compatibility. [#5238 \(Jian Wu\)](#)
- In predicate now generates `Null` result from `Null` input like the `Equal` function. [#5152 \(Jian Wu\)](#)
- Check the time limit every (`flush_interval` / `poll_timeout`) number of rows from Kafka. This allows to break the reading from Kafka consumer more frequently and to check the time limits for the top-level streams [#5249 \(Ivan\)](#)
- Link rdkafka with bundled SASL. It should allow to use SASL SCRAM authentication [#5253 \(Ivan\)](#)
- Batched version of RowRefList for ALL JOINS. [#5267 \(Artem Zuikov\)](#)
- `clickhouse-server`: more informative listen error messages. [#5268 \(proller\)](#)
- Support dictionaries in `clickhouse-copier` for functions in `<sharding_key>` [#5270 \(proller\)](#)
- Add new setting `kafka_commit_every_batch` to regulate Kafka committing policy. It allows to set commit mode: after every batch of messages is handled, or after the whole block is written to the storage. It's a trade-off between losing some messages or reading them twice in some extreme situations. [#5308 \(Ivan\)](#)
- Make `windowFunnel` support other Unsigned Integer Types. [#5320 \(sundyl\)](#)
- Allow to shadow virtual column `_table` in Merge engine. [#5325 \(Ivan\)](#)
- Make `sequenceMatch` aggregate functions support other unsigned Integer types [#5339 \(sundyl\)](#)
- Better error messages if checksum mismatch is most likely caused by hardware failures. [#5355 \(alexey-milovidov\)](#)
- Check that underlying tables support sampling for `StorageMerge` [#5366 \(Ivan\)](#)
- Close MySQL connections after their usage in external dictionaries. It is related to issue #893. [#5395 \(Clément Rodriguez\)](#)
- Improvements of MySQL Wire Protocol. Changed name of format to MySQLWire. Using RAI for calling RSA\_free. Disabling SSL if context cannot be created. [#5419 \(Yuriy Baranov\)](#)
- `clickhouse-client`: allow to run with unaccessible history file (read-only, no disk space, file is directory, ...). [#5431 \(proller\)](#)
- Respect query settings in asynchronous INSERTs into Distributed tables. [#4936 \(Tceason\)](#)
- Renamed functions `leastSqr` to `simpleLinearRegression`, `LinearRegression` to `linearRegression`, `LogisticRegression` to `logisticRegression`. [#5391 \(Nikolai Kochetov\)](#)

## PERFORMANCE IMPROVEMENTS

- Parallelize processing of parts of non-replicated MergeTree tables in ALTER MODIFY query. [#4639 \(Ivan Kush\)](#)

- Optimizations in regular expressions extraction. #5193 #5191 ([Danila Kutenin](#))
- Do not add right join key column to join result if it's used only in join on section. #5260 ([Artem Zuikov](#))
- Freeze the Kafka buffer after first empty response. It avoids multiple invokations of `ReadBuffer::next()` for empty result in some row-parsing streams. #5283 ([Ivan](#))
- `concat` function optimization for multiple arguments. #5357 ([Danila Kutenin](#))
- Query optimisation. Allow push down IN statement while rewriting comma/cross join into inner one. #5396 ([Artem Zuikov](#))
- Upgrade our LZ4 implementation with reference one to have faster decompression. #5070 ([Danila Kutenin](#))
- Implemented MSD radix sort (based on `kxsort`), and partial sorting. #5129 ([Evgenii Pravda](#))

## BUG FIXES

- Fix push require columns with join #5192 ([Winter Zhang](#))
- Fixed bug, when ClickHouse is run by systemd, the command `sudo service clickhouse-server forceRestart` was not working as expected. #5204 ([proller](#))
- Fix http error codes in DataPartsExchange (interserver http server on 9009 port always returned code 200, even on errors). #5216 ([proller](#))
- Fix SimpleAggregateFunction for String longer than MAX\_SMALL\_STRING\_SIZE #5311 ([Azat Khuzhin](#))
- Fix error for `Decimal` to `Nullable(Decimal)` conversion in IN. Support other Decimal to Decimal conversions (including different scales). #5350 ([Artem Zuikov](#))
- Fixed FPU clobbering in `simdjson` library that lead to wrong calculation of `uniqHLL` and `uniqCombined` aggregate function and math functions such as `log`. #5354 ([alexey-milovidov](#))
- Fixed handling mixed const/nonconst cases in JSON functions. #5435 ([Vitaly Baranov](#))
- Fix `retention` function. Now all conditions that satisfy in a row of data are added to the data state. #5119 ([小路](#))
- Fix result type for `quantileExact` with Decimals. #5304 ([Artem Zuikov](#))

## DOCUMENTATION

- Translate documentation for `CollapsingMergeTree` to chinese. #5168 ([张风啸](#))
- Translate some documentation about table engines to chinese. #5134 #5328 ([never lee](#))

## BUILD/TESTING/PACKAGING IMPROVEMENTS

- Fix some sanitizer reports that show probable use-after-free. #5139 #5143 #5393 ([Ivan](#))
- Move performance tests out of separate directories for convenience. #5158 ([alexey-milovidov](#))
- Fix incorrect performance tests. #5255 ([alesapin](#))
- Added a tool to calculate checksums caused by bit flips to debug hardware issues. #5334 ([alexey-milovidov](#))
- Make runner script more usable. #5340 #5360 ([filimonov](#))
- Add small instruction how to write performance tests. #5408 ([alesapin](#))
- Add ability to make substitutions in create, fill and drop query in performance tests #5367 ([Olga Khostikova](#))

## ClickHouse release 19.7

### ClickHouse release 19.7.5.29, 2019-07-05

#### BUG FIX

- Fix performance regression in some queries with JOIN. #5192 ([Winter Zhang](#))

## **ClickHouse release 19.7.5.27, 2019-06-09**

### **NEW FEATURES**

- Added bitmap related functions `bitmapHasAny` and `bitmapHasAll` analogous to `hasAny` and `hasAll` functions for arrays. [#5279 \(Sergi Vladynkin\)](#)

### **BUG FIXES**

- Fix segfault on `minmax` INDEX with Null value. [#5246 \(Nikita Vasilev\)](#)
- Mark all input columns in LIMIT BY as required output. It fixes 'Not found column' error in some distributed queries. [#5407 \(Constantin S. Pan\)](#)
- Fix "Column '0' already exists" error in `SELECT .. PREWHERE` on column with DEFAULT [#5397 \(proller\)](#)
- Fix `ALTER MODIFY TTL` query on `ReplicatedMergeTree`. [#5539 \(Anton Popov\)](#)
- Don't crash the server when Kafka consumers have failed to start. [#5285 \(Ivan\)](#)
- Fixed bitmap functions produce wrong result. [#5359 \(Andy Yang\)](#)
- Fix element\_count for hashed dictionary (do not include duplicates) [#5440 \(Azat Khuzhin\)](#)
- Use contents of environment variable TZ as the name for timezone. It helps to correctly detect default timezone in some cases. [#5443 \(Ivan\)](#)
- Do not try to convert integers in `dictGetT` functions, because it doesn't work correctly. Throw an exception instead. [#5446 \(Artem Zuikov\)](#)
- Fix settings in ExternalData HTTP request. [#5455 \(Danila Kutenin\)](#)
- Fix bug when parts were removed only from FS without dropping them from Zookeeper. [#5520 \(alesapin\)](#)
- Fix segmentation fault in `bitmapHasAny` function. [#5528 \(Zhichang Yu\)](#)
- Fixed error when replication connection pool doesn't retry to resolve host, even when DNS cache was dropped. [#5534 \(alesapin\)](#)
- Fixed `DROP INDEX IF EXISTS` query. Now `ALTER TABLE ... DROP INDEX IF EXISTS ...` query doesn't raise an exception if provided index does not exist. [#5524 \(Gleb Novikov\)](#)
- Fix union all supertype column. There were cases with inconsistent data and column types of resulting columns. [#5503 \(Artem Zuikov\)](#)
- Skip ZNONODE during DDL query processing. Before if another node removes the znode in task queue, the one that did not process it, but already get list of children, will terminate the DDLWorker thread. [#5489 \(Azat Khuzhin\)](#)
- Fix INSERT into Distributed() table with MATERIALIZED column. [#5429 \(Azat Khuzhin\)](#)

## **ClickHouse release 19.7.3.9, 2019-05-30**

### **NEW FEATURES**

- Allow to limit the range of a setting that can be specified by user. These constraints can be set up in user settings profile. [#4931 \(Vitaly Baranov\)](#)
- Add a second version of the function `groupUniqArray` with an optional `max_size` parameter that limits the size of the resulting array. This behavior is similar to `groupArray(max_size)(x)` function. [#5026 \(Guillaume Tassery\)](#)
- For TSVWithNames/CSVWithNames input file formats, column order can now be determined from file header. This is controlled by `input_format_with_names_use_header` parameter. [#5081 \(Alexander\)](#)

### **BUG FIXES**

- Crash with `uncompressed_cache + JOIN` during merge (#5197) [#5133 \(Danila Kutenin\)](#)
- Segmentation fault on a clickhouse-client query to system tables. #5066 [#5127 \(Ivan\)](#)
- Data loss on heavy load via KafkaEngine (#4736) [#5080 \(Ivan\)](#)

- Fixed very rare data race condition that could happen when executing a query with UNION ALL involving at least two SELECTs from system.columns, system.tables, system.parts, system.parts\_tables or tables of Merge family and performing ALTER of columns of the related tables concurrently. [#5189](#) ([alexey-milovidov](#))

## PERFORMANCE IMPROVEMENTS

- Use radix sort for sorting by single numeric column in ORDER BY without LIMIT. [#5106](#), [#4439](#) ([Evgenii Pravda](#), [alexey-milovidov](#))

## DOCUMENTATION

- Translate documentation for some table engines to Chinese. [#5107](#), [#5094](#), [#5087](#) ([张风啸](#)), [#5068](#) ([never lee](#))

## BUILD/TESTING/PACKAGING IMPROVEMENTS

- Print UTF-8 characters properly in clickhouse-test. [#5084](#) ([alexey-milovidov](#))
- Add command line parameter for clickhouse-client to always load suggestion data. [#5102](#) ([alexey-milovidov](#))
- Resolve some of PVS-Studio warnings. [#5082](#) ([alexey-milovidov](#))
- Update LZ4 [#5040](#) ([Danila Kutenin](#))
- Add gperf to build requirements for upcoming pull request #5030. [#5110](#) ([proller](#))

## ClickHouse release 19.6

### ClickHouse release 19.6.3.18, 2019-06-13

#### BUG FIXES

- Fixed IN condition pushdown for queries from table functions mysql and odbc and corresponding table engines. This fixes #3540 and #2384. [#5313](#) ([alexey-milovidov](#))
- Fix deadlock in Zookeeper. [#5297](#) ([github1youlc](#))
- Allow quoted decimals in CSV. [#5284](#) ([Artem Zuikov](#))
- Disallow conversion from float Inf/NaN into Decimals (throw exception). [#5282](#) ([Artem Zuikov](#))
- Fix data race in rename query. [#5247](#) ([Winter Zhang](#))
- Temporarily disable LFAalloc. Usage of LFAalloc might lead to a lot of MAP\_FAILED in allocating UncompressedCache and in a result to crashes of queries at high loaded servers. [cfdba93](#) ([Danila Kutenin](#))

### ClickHouse release 19.6.2.11, 2019-05-13

#### NEW FEATURES

- TTL expressions for columns and tables. [#4212](#) ([Anton Popov](#))
- Added support for brotli compression for HTTP responses (Accept-Encoding: br) [#4388](#) ([Mikhail](#))
- Added new function isValidUTF8 for checking whether a set of bytes is correctly utf-8 encoded. [#4934](#) ([Danila Kutenin](#))
- Add new load balancing policy first\_or\_random which sends queries to the first specified host and if it's inaccessible send queries to random hosts of shard. Useful for cross-replication topology setups. [#5012](#) ([nvarolomei](#))

#### EXPERIMENTAL FEATURES

- Add setting index\_granularity\_bytes (adaptive index granularity) for MergeTree\* tables family. [#4826](#) ([alesapin](#))

#### IMPROVEMENTS

- Added support for non-constant and negative size and length arguments for function substringUTF8. [#4989](#) ([alexey-milovidov](#))

- Disable push-down to right table in left join, left table in right join, and both tables in full join. This fixes wrong JOIN results in some cases. [#4846 \(Ivan\)](#)
- clickhouse-copier : auto upload task configuration from `--task-file` option [#4876 \(proller\)](#)
- Added typos handler for storage factory and table functions factory. [#4891 \(Danila Kutenin\)](#)
- Support asterisks and qualified asterisks for multiple joins without subqueries [#4898 \(Artem Zuikov\)](#)
- Make missing column error message more user friendly. [#4915 \(Artem Zuikov\)](#)

## PERFORMANCE IMPROVEMENTS

- Significant speedup of ASOF JOIN [#4924 \(Martijn Bakker\)](#)

## BACKWARD INCOMPATIBLE CHANGES

- HTTP header `Query-Id` was renamed to `X-ClickHouse-Query-Id` for consistency. [#4972 \(Mikhail\)](#)

## BUG FIXES

- Fixed potential null pointer dereference in `clickhouse-copier` . [#4900 \(proller\)](#)
- Fixed error on query with JOIN + ARRAY JOIN [#4938 \(Artem Zuikov\)](#)
- Fixed hanging on start of the server when a dictionary depends on another dictionary via a database with `engine=Dictionary`. [#4962 \(Vitaly Baranov\)](#)
- Partially fix distributed\_product\_mode = local. It's possible to allow columns of local tables in where/having/order by/... via table aliases. Throw exception if table does not have alias. There's not possible to access to the columns without table aliases yet. [#4986 \(Artem Zuikov\)](#)
- Fix potentially wrong result for `SELECT DISTINCT` with JOIN [#5001 \(Artem Zuikov\)](#)
- Fixed very rare data race condition that could happen when executing a query with UNION ALL involving at least two SELECTs from `system.columns`, `system.tables`, `system.parts`, `system.parts_tables` or tables of Merge family and performing ALTER of columns of the related tables concurrently. [#5189 \(alexey-milovidov\)](#)

## BUILD/TESTING/PACKAGING IMPROVEMENTS

- Fixed test failures when running `clickhouse-server` on different host [#4713 \(Vasily Nemkov\)](#)
- `clickhouse-test`: Disable color control sequences in non tty environment. [#4937 \(alesapin\)](#)
- `clickhouse-test`: Allow use any test database (remove `test.` qualification where it possible) [#5008 \(proller\)](#)
- Fix ubsan errors [#5037 \(Vitaly Baranov\)](#)
- Yandex LFAalloc was added to ClickHouse to allocate MarkCache and UncompressedCache data in different ways to catch segfaults more reliable [#4995 \(Danila Kutenin\)](#)
- Python util to help with backports and changelogs. [#4949 \(Ivan\)](#)

## ClickHouse release 19.5

### ClickHouse release 19.5.4.22, 2019-05-13

## BUG FIXES

- Fixed possible crash in bitmap\* functions [#5220 #5228 \(Andy Yang\)](#)
- Fixed very rare data race condition that could happen when executing a query with UNION ALL involving at least two SELECTs from `system.columns`, `system.tables`, `system.parts`, `system.parts_tables` or tables of Merge family and performing ALTER of columns of the related tables concurrently. [#5189 \(alexey-milovidov\)](#)
- Fixed error `Set for IN is not created yet` in case of using single LowCardinality column in the left part of IN . This error happened if LowCardinality column was the part of primary key. [#5031 #5154 \(Nikolai Kochetov\)](#)

- Modification of retention function: If a row satisfies both the first and NTH condition, only the first satisfied condition is added to the data state. Now all conditions that satisfy in a row of data are added to the data state. [#5119 \(小路\)](#)

## **ClickHouse release 19.5.3.8, 2019-04-18**

### **BUG FIXES**

- Fixed type of setting `max_partitions_per_insert_block` from boolean to UInt64. [#5028 \(Mohammad Hossein Sekhavat\)](#)

## **ClickHouse release 19.5.2.6, 2019-04-15**

### **NEW FEATURES**

- `Hyperscan` multiple regular expression matching was added (functions `multiMatchAny`, `multiMatchAnyIndex`, `multiFuzzyMatchAny`, `multiFuzzyMatchAnyIndex`). [#4780, #4841 \(Danila Kutenin\)](#)
- `multiSearchFirstPosition` function was added. [#4780 \(Danila Kutenin\)](#)
- Implement the predefined expression filter per row for tables. [#4792 \(Ivan\)](#)
- A new type of data skipping indices based on bloom filters (can be used for `equal`, `in` and `like` functions). [#4499 \(Nikita Vasilev\)](#)
- Added `ASOF JOIN` which allows to run queries that join to the most recent value known. [#4774 #4867 #4863 #4875 \(Martijn Bakker, Artem Zuikov\)](#)
- Rewrite multiple `COMMA JOIN` to `CROSS JOIN`. Then rewrite them to `INNER JOIN` if possible. [#4661 \(Artem Zuikov\)](#)

### **IMPROVEMENT**

- `topK` and `topKWeighted` now supports custom `loadFactor` (fixes issue [#4252](#)). [#4634 \(Kirill Danshin\)](#)
- Allow to use `parallel_replicas_count > 1` even for tables without sampling (the setting is simply ignored for them). In previous versions it was lead to exception. [#4637 \(Alexey Elymanov\)](#)
- Support for `CREATE OR REPLACE VIEW`. Allow to create a view or set a new definition in a single statement. [#4654 \(Boris Granveaud\)](#)
- Buffer table engine now supports `PREWHERE`. [#4671 \(Yangkuan Liu\)](#)
- Add ability to start replicated table without metadata in zookeeper in `readonly` mode. [#4691 \(alesapin\)](#)
- Fixed flicker of progress bar in clickhouse-client. The issue was most noticeable when using `FORMAT Null` with streaming queries. [#4811 \(alexey-milovidov\)](#)
- Allow to disable functions with `hyperscan` library on per user basis to limit potentially excessive and uncontrolled resource usage. [#4816 \(alexey-milovidov\)](#)
- Add version number logging in all errors. [#4824 \(proller\)](#)
- Added restriction to the `multiMatch` functions which requires string size to fit into `unsigned int`. Also added the number of arguments limit to the `multiSearch` functions. [#4834 \(Danila Kutenin\)](#)
- Improved usage of scratch space and error handling in Hyperscan. [#4866 \(Danila Kutenin\)](#)
- Fill `system.graphite_detentions` from a table config of `*GraphiteMergeTree` engine tables. [#4584 \(Mikhail f. Shiryaev\)](#)
- Rename `trigramDistance` function to `ngramDistance` and add more functions with `CaseInsensitive` and `UTF`. [#4602 \(Danila Kutenin\)](#)
- Improved data skipping indices calculation. [#4640 \(Nikita Vasilev\)](#)
- Keep ordinary, `DEFAULT`, `MATERIALIZED` and `ALIAS` columns in a single list (fixes issue [#2867](#)). [#4707 \(Alex Zatelepin\)](#)

### **BUG FIX**

- Avoid `std::terminate` in case of memory allocation failure. Now `std::bad_alloc` exception is thrown as expected. [#4665](#)

(alexey-milovidov)

- Fixes capnproto reading from buffer. Sometimes files wasn't loaded successfully by HTTP. #4674 (Vladislav)
- Fix error Unknown log entry type: 0 after OPTIMIZE TABLE FINAL query. #4683 (Amos Bird)
- Wrong arguments to hasAny or hasAll functions may lead to segfault. #4698 (alexey-milovidov)
- Deadlock may happen while executing DROP DATABASE dictionary query. #4701 (alexey-milovidov)
- Fix undefined behavior in median and quantile functions. #4702 (hcz)
- Fix compression level detection when network\_compression\_method in lowercase. Broken in v19.1. #4706 (proller)
- Fixed ignorance of <timezone>UTC</timezone> setting (fixes issue #4658). #4718 (proller)
- Fix histogram function behaviour with Distributed tables. #4741 (olegkv)
- Fixed tsan report destroy of a locked mutex . #4742 (alexey-milovidov)
- Fixed TSan report on shutdown due to race condition in system logs usage. Fixed potential use-after-free on shutdown when part\_log is enabled. #4758 (alexey-milovidov)
- Fix recheck parts in ReplicatedMergeTreeAlterThread in case of error. #4772 (Nikolai Kochetov)
- Arithmetic operations on intermediate aggregate function states were not working for constant arguments (such as subquery results). #4776 (alexey-milovidov)
- Always backquote column names in metadata. Otherwise it's impossible to create a table with column named index (server won't restart due to malformed ATTACH query in metadata). #4782 (alexey-milovidov)
- Fix crash in ALTER ... MODIFY ORDER BY on Distributed table. #4790 (TCEason)
- Fix segfault in JOIN ON with enabled enable\_optimize\_predicate\_expression . #4794 (Winter Zhang)
- Fix bug with adding an extraneous row after consuming a protobuf message from Kafka. #4808 (Vitaly Baranov)
- Fix crash of JOIN on not-nullable vs nullable column. Fix NULLs in right keys in ANY JOIN + join\_use\_nulls . #4815 (Artem Zuikov)
- Fix segmentation fault in clickhouse-copier . #4835 (proller)
- Fixed race condition in SELECT from system.tables if the table is renamed or altered concurrently. #4836 (alexey-milovidov)
- Fixed data race when fetching data part that is already obsolete. #4839 (alexey-milovidov)
- Fixed rare data race that can happen during RENAME table of MergeTree family. #4844 (alexey-milovidov)
- Fixed segmentation fault in function arrayIntersect . Segmentation fault could happen if function was called with mixed constant and ordinary arguments. #4847 (Lixiang Qian)
- Fixed reading from Array(LowCardinality) column in rare case when column contained a long sequence of empty arrays. #4850 (Nikolai Kochetov)
- Fix crash in FULL/RIGHT JOIN when we joining on nullable vs not nullable. #4855 (Artem Zuikov)
- Fix No message received exception while fetching parts between replicas. #4856 (alesapin)
- Fixed arrayIntersect function wrong result in case of several repeated values in single array. #4871 (Nikolai Kochetov)
- Fix a race condition during concurrent ALTER COLUMN queries that could lead to a server crash (fixes issue #3421). #4592 (Alex Zatelepin)
- Fix incorrect result in FULL/RIGHT JOIN with const column. #4723 (Artem Zuikov)
- Fix duplicates in GLOBAL JOIN with asterisk. #4705 (Artem Zuikov)
- Fix parameter deduction in ALTER MODIFY of column CODEC when column type is not specified. #4883 (alesapin)
- Functions cutQueryStringAndFragment() and queryStringAndFragment() now works correctly when URL contains a fragment and no query. #4894 (Vitaly Baranov)
- Fix rare bug when setting min\_bytes\_to\_use\_direct\_io is greater than zero, which occurs when thread have to seek

backward in column file. [#4897 \(alesapin\)](#)

- Fix wrong argument types for aggregate functions with `LowCardinality` arguments (fixes issue [#4919](#)). [#4922 \(Nikolai Kochetov\)](#)
- Fix wrong name qualification in `GLOBAL JOIN`. [#4969 \(Artem Zuikov\)](#)
- Fix function `toISOWeek` result for year 1970. [#4988 \(alexey-milovidov\)](#)
- Fix `DROP`, `TRUNCATE` and `OPTIMIZE` queries duplication, when executed on `ON CLUSTER` for `ReplicatedMergeTree*` tables family. [#4991 \(alesapin\)](#)

#### BACKWARD INCOMPATIBLE CHANGE

- Rename setting `insert_sample_with_metadata` to setting `input_format_defaults_for_omitted_fields`. [#4771 \(Artem Zuikov\)](#)
- Added setting `max_partitions_per_insert_block` (with value 100 by default). If inserted block contains larger number of partitions, an exception is thrown. Set it to 0 if you want to remove the limit (not recommended). [#4845 \(alexey-milovidov\)](#)
- Multi-search functions were renamed (`multiPosition` to `multiSearchAllPositions`, `multiSearch` to `multiSearchAny`, `firstMatch` to `multiSearchFirstIndex`). [#4780 \(Danila Kutenin\)](#)

#### PERFORMANCE IMPROVEMENT

- Optimize Volnitsky searcher by inlining, giving about 5-10% search improvement for queries with many needles or many similar bigrams. [#4862 \(Danila Kutenin\)](#)
- Fix performance issue when setting `use_uncompressed_cache` is greater than zero, which appeared when all read data contained in cache. [#4913 \(alesapin\)](#)

#### BUILD/TESTING/PACKAGING IMPROVEMENT

- Hardening debug build: more granular memory mappings and ASLR; add memory protection for mark cache and index. This allows to find more memory stomping bugs in case when ASan and MSan cannot do it. [#4632 \(alexey-milovidov\)](#)
- Add support for cmake variables `ENABLE_PROTOBUF`, `ENABLE_PARQUET` and `ENABLE_BROTLI` which allows to enable/disable the above features (same as we can do for librdkafka, mysql, etc). [#4669 \(Silviu Caragea\)](#)
- Add ability to print process list and stacktraces of all threads if some queries are hung after test run. [#4675 \(alesapin\)](#)
- Add retries on `Connection loss` error in `clickhouse-test`. [#4682 \(alesapin\)](#)
- Add freebsd build with vagrant and build with thread sanitizer to packager script. [#4712 #4748 \(alesapin\)](#)
- Now user asked for password for user 'default' during installation. [#4725 \(proller\)](#)
- Suppress warning in `rdkafka` library. [#4740 \(alexey-milovidov\)](#)
- Allow ability to build without ssl. [#4750 \(proller\)](#)
- Add a way to launch `clickhouse-server` image from a custom user. [#4753 \(Mikhail f. Shiryaev\)](#)
- Upgrade contrib boost to 1.69. [#4793 \(proller\)](#)
- Disable usage of `mremap` when compiled with Thread Sanitizer. Surprisingly enough, TSan does not intercept `mremap` (though it does intercept `mmap`, `munmap`) that leads to false positives. Fixed TSan report in stateful tests. [#4859 \(alexey-milovidov\)](#)
- Add test checking using format schema via HTTP interface. [#4864 \(Vitaly Baranov\)](#)

ClickHouse release 19.4

**ClickHouse release 19.4.4.33, 2019-04-17**

## BUG FIXES

- Avoid `std::terminate` in case of memory allocation failure. Now `std::bad_alloc` exception is thrown as expected. [#4665](#) ([alexey-milovidov](#))
- Fixes capnproto reading from buffer. Sometimes files wasn't loaded successfully by HTTP. [#4674](#) ([Vladislav](#))
- Fix error `Unknown log entry type: 0` after `OPTIMIZE TABLE FINAL` query. [#4683](#) ([Amos Bird](#))
- Wrong arguments to `hasAny` or `hasAll` functions may lead to segfault. [#4698](#) ([alexey-milovidov](#))
- Deadlock may happen while executing `DROP DATABASE dictionary` query. [#4701](#) ([alexey-milovidov](#))
- Fix undefined behavior in `median` and `quantile` functions. [#4702](#) ([hcz](#))
- Fix compression level detection when `network_compression_method` in lowercase. Broken in v19.1. [#4706](#) ([proller](#))
- Fixed ignorance of `<timezone>UTC</timezone>` setting (fixes issue [#4658](#)). [#4718](#) ([proller](#))
- Fix `histogram` function behaviour with `Distributed tables`. [#4741](#) ([olegkv](#))
- Fixed `tsan report` destroy of a locked mutex. [#4742](#) ([alexey-milovidov](#))
- Fixed TSan report on shutdown due to race condition in system logs usage. Fixed potential use-after-free on shutdown when `part_log` is enabled. [#4758](#) ([alexey-milovidov](#))
- Fix recheck parts in `ReplicatedMergeTreeAlterThread` in case of error. [#4772](#) ([Nikolai Kochetov](#))
- Arithmetic operations on intermediate aggregate function states were not working for constant arguments (such as subquery results). [#4776](#) ([alexey-milovidov](#))
- Always backquote column names in metadata. Otherwise it's impossible to create a table with column named `index` (server won't restart due to malformed `ATTACH` query in metadata). [#4782](#) ([alexey-milovidov](#))
- Fix crash in `ALTER ... MODIFY ORDER BY` on `Distributed table`. [#4790](#) ([TCeason](#))
- Fix segfault in `JOIN ON` with enabled `enable_optimize_predicate_expression`. [#4794](#) ([Winter Zhang](#))
- Fix bug with adding an extraneous row after consuming a protobuf message from Kafka. [#4808](#) ([Vitaly Baranov](#))
- Fix segmentation fault in `clickhouse-copier`. [#4835](#) ([proller](#))
- Fixed race condition in `SELECT` from `system.tables` if the table is renamed or altered concurrently. [#4836](#) ([alexey-milovidov](#))
- Fixed data race when fetching data part that is already obsolete. [#4839](#) ([alexey-milovidov](#))
- Fixed rare data race that can happen during `RENAME` table of MergeTree family. [#4844](#) ([alexey-milovidov](#))
- Fixed segmentation fault in function `arrayIntersect`. Segmentation fault could happen if function was called with mixed constant and ordinary arguments. [#4847](#) ([Lixiang Qian](#))
- Fixed reading from `Array(LowCardinality)` column in rare case when column contained a long sequence of empty arrays. [#4850](#) ([Nikolai Kochetov](#))
- Fix `No message received` exception while fetching parts between replicas. [#4856](#) ([alesapin](#))
- Fixed `arrayIntersect` function wrong result in case of several repeated values in single array. [#4871](#) ([Nikolai Kochetov](#))
- Fix a race condition during concurrent `ALTER COLUMN` queries that could lead to a server crash (fixes issue [#3421](#)). [#4592](#) ([Alex Zatelepin](#))
- Fix parameter deduction in `ALTER MODIFY` of column `CODEC` when column type is not specified. [#4883](#) ([alesapin](#))
- Functions `cutQueryStringAndFragment()` and `queryStringAndFragment()` now works correctly when `URL` contains a fragment and no query. [#4894](#) ([Vitaly Baranov](#))
- Fix rare bug when setting `min_bytes_to_use_direct_io` is greater than zero, which occurs when thread have to seek backward in column file. [#4897](#) ([alesapin](#))
- Fix wrong argument types for aggregate functions with `LowCardinality` arguments (fixes issue [#4919](#)). [#4922](#) ([Nikolai Kochetov](#))

- Fix function `toISOWeek` result for year 1970. [#4988](#) ([alexey-milovidov](#))
- Fix `DROP`, `TRUNCATE` and `OPTIMIZE` queries duplication, when executed on `ON CLUSTER` for `ReplicatedMergeTree*` tables family. [#4991](#) ([alesapin](#))

## IMPROVEMENTS

- Keep ordinary, `DEFAULT`, `MATERIALIZED` and `ALIAS` columns in a single list (fixes issue [#2867](#)). [#4707](#) ([Alex Zatelepin](#))

## ClickHouse release 19.4.3.11, 2019-04-02

### BUG FIXES

- Fix crash in `FULL/RIGHT JOIN` when we joining on nullable vs not nullable. [#4855](#) ([Artem Zuikov](#))
- Fix segmentation fault in `clickhouse-copier`. [#4835](#) ([proller](#))

### BUILD/TESTING/PACKAGING IMPROVEMENT

- Add a way to launch `clickhouse-server` image from a custom user. [#4753](#) ([Mikhail f. Shiryaev](#))

## ClickHouse release 19.4.2.7, 2019-03-30

### BUG FIXES

- Fixed reading from `Array(LowCardinality)` column in rare case when column contained a long sequence of empty arrays. [#4850](#) ([Nikolai Kochetov](#))

## ClickHouse release 19.4.1.3, 2019-03-19

### BUG FIXES

- Fixed remote queries which contain both `LIMIT BY` and `LIMIT`. Previously, if `LIMIT BY` and `LIMIT` were used for remote query, `LIMIT` could happen before `LIMIT BY`, which led to too filtered result. [#4708](#) ([Constantin S. Pan](#))

## ClickHouse release 19.4.0.49, 2019-03-09

### NEW FEATURES

- Added full support for `Protobuf` format (input and output, nested data structures). [#4174](#) [#4493](#) ([Vitaly Baranov](#))
- Added bitmap functions with Roaring Bitmaps. [#4207](#) ([Andy Yang](#)) [#4568](#) ([Vitaly Baranov](#))
- Parquet format support. [#4448](#) ([proller](#))
- N-gram distance was added for fuzzy string comparison. It is similar to q-gram metrics in R language. [#4466](#) ([Danila Kutenin](#))
- Combine rules for graphite rollup from dedicated aggregation and retention patterns. [#4426](#) ([Mikhail f. Shiryaev](#))
- Added `max_execution_speed` and `max_execution_speed_bytes` to limit resource usage. Added `min_execution_speed_bytes` setting to complement the `min_execution_speed`. [#4430](#) ([Winter Zhang](#))
- Implemented function `flatten`. [#4555](#) [#4409](#) ([alexey-milovidov](#), [kzon](#))
- Added functions `arrayEnumerateDenseRanked` and `arrayEnumerateUniqRanked` (it's like `arrayEnumerateUniq` but allows to fine tune array depth to look inside multidimensional arrays). [#4475](#) ([proller](#)) [#4601](#) ([alexey-milovidov](#))
- Multiple JOINS with some restrictions: no asterisks, no complex aliases in ON/WHERE/GROUP BY/... [#4462](#) ([Artem Zuikov](#))

### BUG FIXES

- This release also contains all bug fixes from 19.3 and 19.1.
- Fixed bug in data skipping indices: order of granules after `INSERT` was incorrect. [#4407](#) ([Nikita Vasilev](#))

- Fixed set index for Nullable and LowCardinality columns. Before it, set index with Nullable or LowCardinality column led to error Data type must be deserialized with multiple streams while selecting. [#4594](#) ([Nikolai Kochetov](#))
- Correctly set update\_time on full executable dictionary update. [#4551](#) ([Tema Novikov](#))
- Fix broken progress bar in 19.3. [#4627](#) ([filimonov](#))
- Fixed inconsistent values of MemoryTracker when memory region was shrunked, in certain cases. [#4619](#) ([alexey-milovidov](#))
- Fixed undefined behaviour in ThreadPool. [#4612](#) ([alexey-milovidov](#))
- Fixed a very rare crash with the message mutex lock failed: Invalid argument that could happen when a MergeTree table was dropped concurrently with a SELECT. [#4608](#) ([Alex Zatelepin](#))
- ODBC driver compatibility with LowCardinality data type. [#4381](#) ([proller](#))
- FreeBSD: Fixup for AIOContextPool: Found io\_event with unknown id 0 error. [#4438](#) ([urgordeadbeef](#))
- system.part\_log table was created regardless to configuration. [#4483](#) ([alexey-milovidov](#))
- Fix undefined behaviour in dictIsIn function for cache dictionaries. [#4515](#) ([alesapin](#))
- Fixed a deadlock when a SELECT query locks the same table multiple times (e.g. from different threads or when executing multiple subqueries) and there is a concurrent DDL query. [#4535](#) ([Alex Zatelepin](#))
- Disable compile\_expressions by default until we get own llvm contrib and can test it with clang and asan. [#4579](#) ([alesapin](#))
- Prevent std::terminate when invalidate\_query for clickhouse external dictionary source has returned wrong resultset (empty or more than one row or more than one column). Fixed issue when the invalidate\_query was performed every five seconds regardless to the lifetime. [#4583](#) ([alexey-milovidov](#))
- Avoid deadlock when the invalidate\_query for a dictionary with clickhouse source was involving system.dictionaries table or Dictionaries database (rare case). [#4599](#) ([alexey-milovidov](#))
- Fixes for CROSS JOIN with empty WHERE. [#4598](#) ([Artem Zuikov](#))
- Fixed segfault in function "replicate" when constant argument is passed. [#4603](#) ([alexey-milovidov](#))
- Fix lambda function with predicate optimizer. [#4408](#) ([Winter Zhang](#))
- Multiple JOINs multiple fixes. [#4595](#) ([Artem Zuikov](#))

## IMPROVEMENTS

- Support aliases in JOIN ON section for right table columns. [#4412](#) ([Artem Zuikov](#))
- Result of multiple JOINs need correct result names to be used in subselects. Replace flat aliases with source names in result. [#4474](#) ([Artem Zuikov](#))
- Improve push-down logic for joined statements. [#4387](#) ([Ivan](#))

## PERFORMANCE IMPROVEMENTS

- Improved heuristics of "move to PREWHERE" optimization. [#4405](#) ([alexey-milovidov](#))
- Use proper lookup tables that uses HashTable's API for 8-bit and 16-bit keys. [#4536](#) ([Amos Bird](#))
- Improved performance of string comparison. [#4564](#) ([alexey-milovidov](#))
- Cleanup distributed DDL queue in a separate thread so that it doesn't slow down the main loop that processes distributed DDL tasks. [#4502](#) ([Alex Zatelepin](#))
- When min\_bytes\_to\_use\_direct\_io is set to 1, not every file was opened with O\_DIRECT mode because the data size to read was sometimes underestimated by the size of one compressed block. [#4526](#) ([alexey-milovidov](#))

## BUILD/TESTING/PACKAGING IMPROVEMENT

- Added support for clang-9 [#4604](#) ([alexey-milovidov](#))

- Fix wrong `__asm__` instructions (again) [#4621](#) ([Konstantin Podshumok](#))
- Add ability to specify settings for `clickhouse-performance-test` from command line. [#4437](#) ([alesapin](#))
- Add dictionaries tests to integration tests. [#4477](#) ([alesapin](#))
- Added queries from the benchmark on the website to automated performance tests. [#4496](#) ([alexey-milovidov](#))
- `xxhash.h` does not exist in external lz4 because it is an implementation detail and its symbols are namespaced with `XXH_NAMESPACE` macro. When lz4 is external, xxHash has to be external too, and the dependents have to link to it. [#4495](#) ([Orivej Desh](#))
- Fixed a case when `quantileTiming` aggregate function can be called with negative or floating point argument (this fixes fuzz test with undefined behaviour sanitizer). [#4506](#) ([alexey-milovidov](#))
- Spelling error correction. [#4531](#) ([sdlk2](#))
- Fix compilation on Mac. [#4371](#) ([Vitaly Baranov](#))
- Build fixes for FreeBSD and various unusual build configurations. [#4444](#) ([proller](#))

## ClickHouse release 19.3

### **ClickHouse release 19.3.9.1, 2019-04-02**

#### **BUG FIXES**

- Fix crash in `FULL/RIGHT JOIN` when we joining on nullable vs not nullable. [#4855](#) ([Artem Zuikov](#))
- Fix segmentation fault in `clickhouse-copier`. [#4835](#) ([proller](#))
- Fixed reading from `Array(LowCardinality)` column in rare case when column contained a long sequence of empty arrays. [#4850](#) ([Nikolai Kochetov](#))

#### **BUILD/TESTING/PACKAGING IMPROVEMENT**

- Add a way to launch `clickhouse-server` image from a custom user [#4753](#) ([Mikhail f. Shiryaev](#))

### **ClickHouse release 19.3.7, 2019-03-12**

#### **BUG FIXES**

- Fixed error in #3920. This error manifests itself as random cache corruption (messages `Unknown codec family code , Cannot seek through file` ) and segfaults. This bug first appeared in version 19.1 and is present in versions up to 19.1.10 and 19.3.6. [#4623](#) ([alexey-milovidov](#))

### **ClickHouse release 19.3.6, 2019-03-02**

#### **BUG FIXES**

- When there are more than 1000 threads in a thread pool, `std::terminate` may happen on thread exit. [Azat Khuzhin](#) [#4485](#) [#4505](#) ([alexey-milovidov](#))
- Now it's possible to create `ReplicatedMergeTree*` tables with comments on columns without defaults and tables with columns codecs without comments and defaults. Also fix comparison of codecs. [#4523](#) ([alesapin](#))
- Fixed crash on JOIN with array or tuple. [#4552](#) ([Artem Zuikov](#))
- Fixed crash in `clickhouse-copier` with the message `ThreadStatus not created` . [#4540](#) ([Artem Zuikov](#))
- Fixed hangup on server shutdown if distributed DDLs were used. [#4472](#) ([Alex Zatelepin](#))
- Incorrect column numbers were printed in error message about text format parsing for columns with number greater than 10. [#4484](#) ([alexey-milovidov](#))

#### **BUILD/TESTING/PACKAGING IMPROVEMENTS**

- Fixed build with AVX enabled. [#4527](#) ([alexey-milovidov](#))
- Enable extended accounting and IO accounting based on good known version instead of kernel under which it is compiled. [#4541](#) ([nvartolomei](#))
- Allow to skip setting of `core_dump.size_limit`, warning instead of throw if limit set fail. [#4473](#) ([proller](#))
- Removed the `inline` tags of `void readBinary(...)` in `Field.cpp`. Also merged redundant namespace DB blocks. [#4530](#) ([hcz](#))

## **ClickHouse release 19.3.5, 2019-02-21**

### **BUG FIXES**

- Fixed bug with large http insert queries processing. [#4454](#) ([alesapin](#))
- Fixed backward incompatibility with old versions due to wrong implementation of `send_logs_level` setting. [#4445](#) ([alexey-milovidov](#))
- Fixed backward incompatibility of table function `remote` introduced with column comments. [#4446](#) ([alexey-milovidov](#))

## **ClickHouse release 19.3.4, 2019-02-16**

### **IMPROVEMENTS**

- Table index size is not accounted for memory limits when doing `ATTACH TABLE` query. Avoided the possibility that a table cannot be attached after being detached. [#4396](#) ([alexey-milovidov](#))
- Slightly raised up the limit on max string and array size received from ZooKeeper. It allows to continue to work with increased size of `CLIENT_JVMFLAGS=-Djute.maxbuffer=...` on ZooKeeper. [#4398](#) ([alexey-milovidov](#))
- Allow to repair abandoned replica even if it already has huge number of nodes in its queue. [#4399](#) ([alexey-milovidov](#))
- Add one required argument to `SET index` (max stored rows number). [#4386](#) ([Nikita Vasilev](#))

### **BUG FIXES**

- Fixed `WITH ROLLUP` result for group by single LowCardinality key. [#4384](#) ([Nikolai Kochetov](#))
- Fixed bug in the set index (dropping a granule if it contains more than `max_rows` rows). [#4386](#) ([Nikita Vasilev](#))
- A lot of FreeBSD build fixes. [#4397](#) ([proller](#))
- Fixed aliases substitution in queries with subquery containing same alias (issue [#4110](#)). [#4351](#) ([Artem Zuikov](#))

### **BUILD/TESTING/PACKAGING IMPROVEMENTS**

- Add ability to run `clickhouse-server` for stateless tests in docker image. [#4347](#) ([Vasily Nemkov](#))

## **ClickHouse release 19.3.3, 2019-02-13**

### **NEW FEATURES**

- Added the `KILL MUTATION` statement that allows removing mutations that are for some reasons stuck. Added `latest_failed_part`, `latest_fail_time`, `latest_fail_reason` fields to the `system.mutations` table for easier troubleshooting. [#4287](#) ([Alex Zatelepin](#))
- Added aggregate function `entropy` which computes Shannon entropy. [#4238](#) ([Quid37](#))
- Added ability to send queries `INSERT INTO tbl VALUES (...)` to server without splitting on query and data parts. [#4301](#) ([alesapin](#))
- Generic implementation of `arrayWithConstant` function was added. [#4322](#) ([alexey-milovidov](#))
- Implemented `NOT BETWEEN` comparison operator. [#4228](#) ([Dmitry Naumov](#))

- Implement `sumMapFiltered` in order to be able to limit the number of keys for which values will be summed by `sumMap`. [#4129 \(Léo Ercolanelli\)](#)
- Added support of `Nullable` types in `mysql` table function. [#4198 \(Emmanuel Donin de Rosière\)](#)
- Support for arbitrary constant expressions in `LIMIT` clause. [#4246 \(k3box\)](#)
- Added `topKWeighted` aggregate function that takes additional argument with (unsigned integer) weight. [#4245 \(Andrew Golman\)](#)
- StorageJoin now supports `join_any_take_last_row` setting that allows overwriting existing values of the same key. [#3973 \(Amos Bird\)](#)
- Added function `toStartOfInterval`. [#4304 \(Vitaly Baranov\)](#)
- Added `RowBinaryWithNamesAndTypes` format. [#4200 \(Oleg V. Kozlyuk\)](#)
- Added `IPv4` and `IPv6` data types. More effective implementations of `IPv*` functions. [#3669 \(Vasily Nemkov\)](#)
- Added function `toStartOfTenMinutes()`. [#4298 \(Vitaly Baranov\)](#)
- Added `Protobuf` output format. [#4005 #4158 \(Vitaly Baranov\)](#)
- Added brotli support for HTTP interface for data import (INSERTs). [#4235 \(Mikhail \)](#)
- Added hints while user make typo in function name or type in command line client. [#4239 \(Danila Kutenin\)](#)
- Added `Query-Id` to Server's HTTP Response header. [#4231 \(Mikhail \)](#)

## EXPERIMENTAL FEATURES

- Added `minmax` and `set` data skipping indices for MergeTree table engines family. [#4143 \(Nikita Vasilev\)](#)
- Added conversion of `CROSS JOIN` to `INNER JOIN` if possible. [#4221 #4266 \(Artem Zuikov\)](#)

## BUG FIXES

- Fixed `Not found column` for duplicate columns in `JOIN ON` section. [#4279 \(Artem Zuikov\)](#)
- Make `START REPLICATED SENDS` command start replicated sends. [#4229 \(nvartolomei\)](#)
- Fixed aggregate functions execution with `Array(LowCardinality)` arguments. [#4055 \(KochetovNicolai\)](#)
- Fixed wrong behaviour when doing `INSERT ... SELECT ... FROM file(...)` query and file has `CSVWithNames` or `TSVWithNames` format and the first data row is missing. [#4297 \(alexey-milovidov\)](#)
- Fixed crash on dictionary reload if dictionary not available. This bug was appeared in 19.1.6. [#4188 \(proller\)](#)
- Fixed `ALL JOIN` with duplicates in right table. [#4184 \(Artem Zuikov\)](#)
- Fixed segmentation fault with `use_uncompressed_cache=1` and exception with wrong uncompressed size. This bug was appeared in 19.1.6. [#4186 \(alesapin\)](#)
- Fixed `compile_expressions` bug with comparison of big (more than int16) dates. [#4341 \(alesapin\)](#)
- Fixed infinite loop when selecting from table function `numbers(0)`. [#4280 \(alexey-milovidov\)](#)
- Temporarily disable predicate optimization for `ORDER BY`. [#3890 \(Winter Zhang\)](#)
- Fixed illegal instruction error when using base64 functions on old CPUs. This error has been reproduced only when ClickHouse was compiled with gcc-8. [#4275 \(alexey-milovidov\)](#)
- Fixed No message received error when interacting with PostgreSQL ODBC Driver through TLS connection. Also fixes segfault when using MySQL ODBC Driver. [#4170 \(alexey-milovidov\)](#)
- Fixed incorrect result when `Date` and `DateTime` arguments are used in branches of conditional operator (function `if`). Added generic case for function `if`. [#4243 \(alexey-milovidov\)](#)
- ClickHouse dictionaries now load within `clickhouse` process. [#4166 \(alexey-milovidov\)](#)
- Fixed deadlock when `SELECT` from a table with `File` engine was retried after `No such file or directory` error. [#4161 \(alexey-milovidov\)](#)

- Fixed race condition when selecting from `system.tables` may give `table doesn't exist` error. [#4313 \(alexey-milovidov\)](#)
- `clickhouse-client` can segfault on exit while loading data for command line suggestions if it was run in interactive mode. [#4317 \(alexey-milovidov\)](#)
- Fixed a bug when the execution of mutations containing `IN` operators was producing incorrect results. [#4099 \(Alex Zatelepin\)](#)
- Fixed error: if there is a database with `Dictionary` engine, all dictionaries forced to load at server startup, and if there is a dictionary with ClickHouse source from localhost, the dictionary cannot load. [#4255 \(alexey-milovidov\)](#)
- Fixed error when system logs are tried to create again at server shutdown. [#4254 \(alexey-milovidov\)](#)
- Correctly return the right type and properly handle locks in `joinGet` function. [#4153 \(Amos Bird\)](#)
- Added `sumMapWithOverflow` function. [#4151 \(Léo Ercolanelli\)](#)
- Fixed segfault with `allow_experimental_multiple_joins_emulation`. [52de2c \(Artem Zuikov\)](#)
- Fixed bug with incorrect `Date` and `DateTime` comparison. [#4237 \(valexey\)](#)
- Fixed fuzz test under undefined behavior sanitizer: added parameter type check for `quantile*Weighted` family of functions. [#4145 \(alexey-milovidov\)](#)
- Fixed rare race condition when removing of old data parts can fail with `File not found` error. [#4378 \(alexey-milovidov\)](#)
- Fix install package with missing `/etc/clickhouse-server/config.xml`. [#4343 \(proller\)](#)

#### BUILD/TESTING/PACKAGING IMPROVEMENTS

- Debian package: correct `/etc/clickhouse-server/preprocessed` link according to config. [#4205 \(proller\)](#)
- Various build fixes for FreeBSD. [#4225 \(proller\)](#)
- Added ability to create, fill and drop tables in `perftest`. [#4220 \(alesapin\)](#)
- Added a script to check for duplicate includes. [#4326 \(alexey-milovidov\)](#)
- Added ability to run queries by index in performance test. [#4264 \(alesapin\)](#)
- Package with debug symbols is suggested to be installed. [#4274 \(alexey-milovidov\)](#)
- Refactoring of performance-test. Better logging and signals handling. [#4171 \(alesapin\)](#)
- Added docs to anonymized Yandex.Metrika datasets. [#4164 \(alesapin\)](#)
- Added tool for converting an old month-partitioned part to the custom-partitioned format. [#4195 \(Alex Zatelepin\)](#)
- Added docs about two datasets in s3. [#4144 \(alesapin\)](#)
- Added script which creates changelog from pull requests description. [#4169 #4173 \(KochetovNicolai\) \(KochetovNicolai\)](#)
- Added puppet module for Clickhouse. [#4182 \(Maxim Fedotov\)](#)
- Added docs for a group of undocumented functions. [#4168 \(Winter Zhang\)](#)
- ARM build fixes. [#4210 #4306 #4291 \(proller\) \(proller\)](#)
- Dictionary tests now able to run from `ctest`. [#4189 \(proller\)](#)
- Now `/etc/ssl` is used as default directory with SSL certificates. [#4167 \(alexey-milovidov\)](#)
- Added checking SSE and AVX instruction at start. [#4234 \(lgr\)](#)
- Init script will wait server until start. [#4281 \(proller\)](#)

#### BACKWARD INCOMPATIBLE CHANGES

- Removed `allow_experimental_low_cardinality_type` setting. `LowCardinality` data types are production ready. [#4323 \(alexey-milovidov\)](#)
- Reduce mark cache size and uncompressed cache size accordingly to available memory amount. [#4240 \(Lopatin Konstantin\)](#)

- Added keyword `INDEX` in `CREATE TABLE` query. A column with name `index` must be quoted with backticks or double quotes: ``index``. [#4143 \(Nikita Vasilev\)](#)
- `sumMap` now promote result type instead of overflow. The old `sumMap` behavior can be obtained by using `sumMapWithOverflow` function. [#4151 \(Léo Ercolanelli\)](#)

## PERFORMANCE IMPROVEMENTS

- `std::sort` replaced by `pdqsort` for queries without `LIMIT`. [#4236 \(Evgenii Pravda\)](#)
- Now server reuse threads from global thread pool. This affects performance in some corner cases. [#4150 \(alexey-milovidov\)](#)

## IMPROVEMENTS

- Implemented AIO support for FreeBSD. [#4305 \(urgordeadbeef\)](#)
- `SELECT * FROM a JOIN b USING a, b` now return `a` and `b` columns only from the left table. [#4141 \(Artem Zuikov\)](#)
- Allow `-C` option of client to work as `-c` option. [#4232 \(syominsergey\)](#)
- Now option `--password` used without value requires password from stdin. [#4230 \(BSD\\_Conqueror\)](#)
- Added highlighting of unescaped metacharacters in string literals that contain `LIKE` expressions or regexps. [#4327 \(alexey-milovidov\)](#)
- Added cancelling of HTTP read only queries if client socket goes away. [#4213 \(nvartolomei\)](#)
- Now server reports progress to keep client connections alive. [#4215 \(Ivan\)](#)
- Slightly better message with reason for `OPTIMIZE` query with `optimize_throw_if_noop` setting enabled. [#4294 \(alexey-milovidov\)](#)
- Added support of `--version` option for clickhouse server. [#4251 \(Lopatin Konstantin\)](#)
- Added `--help/-h` option to `clickhouse-server`. [#4233 \(Yuriy Baranov\)](#)
- Added support for scalar subqueries with aggregate function state result. [#4348 \(Nikolai Kochetov\)](#)
- Improved server shutdown time and `ALTERs` waiting time. [#4372 \(alexey-milovidov\)](#)
- Added info about the `replicated_can_become_leader` setting to `system.replicas` and add logging if the replica won't try to become leader. [#4379 \(Alex Zatelepin\)](#)

## ClickHouse release 19.1

### ClickHouse release 19.1.14, 2019-03-14

- Fixed error `Column ... queried more than once` that may happen if the setting `asterisk_left_columns_only` is set to 1 in case of using `GLOBAL JOIN` with `SELECT *` (rare case). The issue does not exist in 19.3 and newer. [6bac7d8d \(Artem Zuikov\)](#)

### ClickHouse release 19.1.13, 2019-03-12

This release contains exactly the same set of patches as 19.3.7.

### ClickHouse release 19.1.10, 2019-03-03

This release contains exactly the same set of patches as 19.3.6.

## ClickHouse release 19.1

### ClickHouse release 19.1.9, 2019-02-21

#### BUG FIXES

- Fixed backward incompatibility with old versions due to wrong implementation of `send_logs_level` setting. [#4445](#) ([alexey-milovidov](#))
- Fixed backward incompatibility of table function `remote` introduced with column comments. [#4446](#) ([alexey-milovidov](#))

## **ClickHouse release 19.1.8, 2019-02-16**

### **BUG FIXES**

- Fix install package with missing `/etc/clickhouse-server/config.xml`. [#4343](#) ([proller](#))

## **ClickHouse release 19.1**

## **ClickHouse release 19.1.7, 2019-02-15**

### **BUG FIXES**

- Correctly return the right type and properly handle locks in `joinGet` function. [#4153](#) ([Amos Bird](#))
- Fixed error when system logs are tried to create again at server shutdown. [#4254](#) ([alexey-milovidov](#))
- Fixed error: if there is a database with `Dictionary` engine, all dictionaries forced to load at server startup, and if there is a dictionary with ClickHouse source from localhost, the dictionary cannot load. [#4255](#) ([alexey-milovidov](#))
- Fixed a bug when the execution of mutations containing `IN` operators was producing incorrect results. [#4099](#) ([Alex Zatelepin](#))
- `clickhouse-client` can segfault on exit while loading data for command line suggestions if it was run in interactive mode. [#4317](#) ([alexey-milovidov](#))
- Fixed race condition when selecting from `system.tables` may give `table doesn't exist` error. [#4313](#) ([alexey-milovidov](#))
- Fixed deadlock when `SELECT` from a table with `File` engine was retried after `No such file or directory` error. [#4161](#) ([alexey-milovidov](#))
- Fixed an issue: local ClickHouse dictionaries are loaded via TCP, but should load within process. [#4166](#) ([alexey-milovidov](#))
- Fixed `No message received` error when interacting with PostgreSQL ODBC Driver through TLS connection. Also fixes segfault when using MySQL ODBC Driver. [#4170](#) ([alexey-milovidov](#))
- Temporarily disable predicate optimization for `ORDER BY`. [#3890](#) ([Winter Zhang](#))
- Fixed infinite loop when selecting from table function `numbers(0)`. [#4280](#) ([alexey-milovidov](#))
- Fixed `compile_expressions` bug with comparison of big (more than `int16`) dates. [#4341](#) ([alesapin](#))
- Fixed segmentation fault with `uncompressed_cache=1` and exception with wrong uncompressed size. [#4186](#) ([alesapin](#))
- Fixed `ALL JOIN` with duplicates in right table. [#4184](#) ([Artem Zuikov](#))
- Fixed wrong behaviour when doing `INSERT ... SELECT ... FROM file(...)` query and file has `CSVWithNames` or `TSVWithNames` format and the first data row is missing. [#4297](#) ([alexey-milovidov](#))
- Fixed aggregate functions execution with `Array(LowCardinality)` arguments. [#4055](#) ([KochetovNicolai](#))
- Debian package: correct `/etc/clickhouse-server/preprocessed` link according to config. [#4205](#) ([proller](#))
- Fixed fuzz test under undefined behavior sanitizer: added parameter type check for `quantile*Weighted` family of functions. [#4145](#) ([alexey-milovidov](#))
- Make `START REPLICATED SENDS` command start replicated sends. [#4229](#) ([nvartolomei](#))
- Fixed `Not found column` for duplicate columns in `JOIN ON` section. [#4279](#) ([Artem Zuikov](#))
- Now `/etc/ssl` is used as default directory with SSL certificates. [#4167](#) ([alexey-milovidov](#))

- Fixed crash on dictionary reload if dictionary not available. [#4188 \(proller\)](#)
- Fixed bug with incorrect `Date` and `DateTime` comparison. [#4237 \(valexey\)](#)
- Fixed incorrect result when `Date` and `DateTime` arguments are used in branches of conditional operator (function `if`). Added generic case for function `if`. [#4243 \(alexey-milovidov\)](#)

## ClickHouse release 19.1.6, 2019-01-24

### NEW FEATURES

- Custom per column compression codecs for tables. [#3899 #4111 \(alesapin, Winter Zhang, Anatoly\)](#)
- Added compression codec `Delta`. [#4052 \(alesapin\)](#)
- Allow to `ALTER` compression codecs. [#4054 \(alesapin\)](#)
- Added functions `left`, `right`, `trim`, `ltrim`, `rtrim`, `timestampadd`, `timestampsub` for SQL standard compatibility. [#3826 \(Ivan Blinkov\)](#)
- Support for write in `HDFS` tables and `hdfs` table function. [#4084 \(alesapin\)](#)
- Added functions to search for multiple constant strings from big haystack: `multiPosition`, `multiSearch`, `firstMatch` also with `-UTF8`, `-CaseInsensitive`, and `-CaseInsensitiveUTF8` variants. [#4053 \(Danila Kutenin\)](#)
- Pruning of unused shards if `SELECT` query filters by sharding key (setting `optimize_skip_unused_shards`). [#3851 \(Gleb Kanterov, Ivan\)](#)
- Allow `Kafka` engine to ignore some number of parsing errors per block. [#4094 \(Ivan\)](#)
- Added support for `CatBoost` multiclass models evaluation. Function `modelEvaluate` returns tuple with per-class raw predictions for multiclass models. `libcatboostmodel.so` should be built with [#607](#). [#3959 \(KochetovNicola\)](#)
- Added functions `filesystemAvailable`, `filesystemFree`, `filesystemCapacity`. [#4097 \(Boris Granveaud\)](#)
- Added hashing functions `xxHash64` and `xxHash32`. [#3905 \(filimonov\)](#)
- Added `gccMurmurHash` hashing function (GCC flavoured Murmur hash) which uses the same hash seed as `gcc` [#4000 \(sundyl\)](#)
- Added hashing functions `javaHash`, `hiveHash`. [#3811 \(shangshujie365\)](#)
- Added table function `remoteSecure`. Function works as `remote`, but uses secure connection. [#4088 \(proller\)](#)

### EXPERIMENTAL FEATURES

- Added multiple JOINS emulation ( `allow_experimental_multiple_joins_emulation` setting). [#3946 \(Artem Zuikov\)](#)

### BUG FIXES

- Make `compiled_expression_cache_size` setting limited by default to lower memory consumption. [#4041 \(alesapin\)](#)
- Fix a bug that led to hangups in threads that perform `ALTERs` of Replicated tables and in the thread that updates configuration from ZooKeeper. [#2947 #3891 #3934 \(Alex Zatelepin\)](#)
- Fixed a race condition when executing a distributed `ALTER` task. The race condition led to more than one replica trying to execute the task and all replicas except one failing with a ZooKeeper error. [#3904 \(Alex Zatelepin\)](#)
- Fix a bug when `from_zk` config elements weren't refreshed after a request to ZooKeeper timed out. [#2947 #3947 \(Alex Zatelepin\)](#)
- Fix bug with wrong prefix for IPv4 subnet masks. [#3945 \(alesapin\)](#)
- Fixed crash (`std::terminate`) in rare cases when a new thread cannot be created due to exhausted resources. [#3956 \(alexey-milovidov\)](#)
- Fix bug when in `remote` table function execution when wrong restrictions were used for in `getStructureOfRemoteTable`. [#4009 \(alesapin\)](#)
- Fix a leak of netlink sockets. They were placed in a pool where they were never deleted and new sockets were

created at the start of a new thread when all current sockets were in use. #4017 (Alex Zatelepin)

- Fix bug with closing `/proc/self/fd` directory earlier than all fds were read from `/proc` after forking `odbc-bridge` subprocess. #4120 (alesapin)
- Fixed String to UInt monotonic conversion in case of usage String in primary key. #3870 (Winter Zhang)
- Fixed error in calculation of integer conversion function monotonicity. #3921 (alexey-milovidov)
- Fixed segfault in `arrayEnumerateUniq`, `arrayEnumerateDense` functions in case of some invalid arguments. #3909 (alexey-milovidov)
- Fix UB in `StorageMerge`. #3910 (Amos Bird)
- Fixed segfault in functions `addDays`, `subtractDays`. #3913 (alexey-milovidov)
- Fixed error: functions `round`, `floor`, `trunc`, `ceil` may return bogus result when executed on integer argument and large negative scale. #3914 (alexey-milovidov)
- Fixed a bug induced by 'kill query sync' which leads to a core dump. #3916 (muVulDeePecker)
- Fix bug with long delay after empty replication queue. #3928 #3932 (alesapin)
- Fixed excessive memory usage in case of inserting into table with `LowCardinality` primary key. #3955 (KochetovNicolai)
- Fixed `LowCardinality` serialization for `Native` format in case of empty arrays. #3907 #4011 (KochetovNicolai)
- Fixed incorrect result while using `distinct by` single `LowCardinality` numeric column. #3895 #4012 (KochetovNicolai)
- Fixed specialized aggregation with `LowCardinality` key (in case when `compile` setting is enabled). #3886 (KochetovNicolai)
- Fix user and password forwarding for replicated tables queries. #3957 (alesapin) (小路)
- Fixed very rare race condition that can happen when listing tables in Dictionary database while reloading dictionaries. #3970 (alexey-milovidov)
- Fixed incorrect result when `HAVING` was used with `ROLLUP` or `CUBE`. #3756 #3837 (Sam Chou)
- Fixed column aliases for query with `JOIN ON` syntax and distributed tables. #3980 (Winter Zhang)
- Fixed error in internal implementation of `quantileTDigest` (found by Artem Vakhrushev). This error never happens in ClickHouse and was relevant only for those who use ClickHouse codebase as a library directly. #3935 (alexey-milovidov)

## IMPROVEMENTS

- Support for `IF NOT EXISTS` in `ALTER TABLE ADD COLUMN` statements along with `IF EXISTS` in `DROP/MODIFY/CLEAR/COMMENT COLUMN`. #3900 (Boris Granveaud)
- Function `parseDateTimeBestEffort`: support for formats `DD.MM.YYYY`, `DD.MM.YY`, `DD-MM-YYYY`, `DD-Mon-YYYY`, `DD/Month/YYYY` and similar. #3922 (alexey-milovidov)
- `CapnProtoInputStream` now support jagged structures. #4063 (Odin Hultgren Van Der Horst)
- Usability improvement: added a check that server process is started from the data directory's owner. Do not allow to start server from root if the data belongs to non-root user. #3785 (sergey-v-galtsev)
- Better logic of checking required columns during analysis of queries with `JOINS`. #3930 (Artem Zuikov)
- Decreased the number of connections in case of large number of Distributed tables in a single server. #3726 (Winter Zhang)
- Supported totals row for `WITH TOTALS` query for ODBC driver. #3836 (Maksim Koritckiy)
- Allowed to use `Enum`s as integers inside if function. #3875 (Ivan)
- Added `low_cardinality_allow_in_native_format` setting. If disabled, do not use `LowCardinality` type in `Native` format. #3879 (KochetovNicolai)
- Removed some redundant objects from compiled expressions cache to lower memory usage. #4042 (alesapin)

- Add check that `SET send_logs_level = 'value'` query accept appropriate value. #3873 (Sabyanin Maxim)
- Fixed data type check in type conversion functions. #3896 (Winter Zhang)

## PERFORMANCE IMPROVEMENTS

- Add a MergeTree setting `use_minimalistic_part_header_in_zookeeper`. If enabled, Replicated tables will store compact part metadata in a single part znode. This can dramatically reduce ZooKeeper snapshot size (especially if the tables have a lot of columns). Note that after enabling this setting you will not be able to downgrade to a version that doesn't support it. #3960 (Alex Zatelepin)
- Add an DFA-based implementation for functions `sequenceMatch` and `sequenceCount` in case pattern doesn't contain time. #4004 (Léo Ercolanelli)
- Performance improvement for integer numbers serialization. #3968 (Amos Bird)
- Zero left padding PODArray so that -1 element is always valid and zeroed. It's used for branchless calculation of offsets. #3920 (Amos Bird)
- Reverted `jemalloc` version which lead to performance degradation. #4018 (alexey-milovidov)

## BACKWARD INCOMPATIBLE CHANGES

- Removed undocumented feature `ALTER MODIFY PRIMARY KEY` because it was superseded by the `ALTER MODIFY ORDER BY` command. #3887 (Alex Zatelepin)
- Removed function `shardByHash`. #3833 (alexey-milovidov)
- Forbid using scalar subqueries with result of type `AggregateFunction`. #3865 (Ivan)

## BUILD/TESTING/PACKAGING IMPROVEMENTS

- Added support for PowerPC ( `ppc64le` ) build. #4132 (Danila Kutenin)
- Stateful functional tests are run on public available dataset. #3969 (alexey-milovidov)
- Fixed error when the server cannot start with the `bash: /usr/bin/clickhouse-extract-from-config: Operation not permitted` message within Docker or `systemd-nspawn`. #4136 (alexey-milovidov)
- Updated `rdkafka` library to v1.0.0-RC5. Used `cppkafka` instead of raw C interface. #4025 (Ivan)
- Updated `mariadb-client` library. Fixed one of issues found by UBSan. #3924 (alexey-milovidov)
- Some fixes for UBSan builds. #3926 #3021 #3948 (alexey-milovidov)
- Added per-commit runs of tests with UBSan build.
- Added per-commit runs of PVS-Studio static analyzer.
- Fixed bugs found by PVS-Studio. #4013 (alexey-milovidov)
- Fixed glibc compatibility issues. #4100 (alexey-milovidov)
- Move Docker images to 18.10 and add compatibility file for glibc >= 2.28 #3965 (alesapin)
- Add env variable if user don't want to chown directories in server Docker image. #3967 (alesapin)
- Enabled most of the warnings from `-Weverything` in clang. Enabled `-Wpedantic`. #3986 (alexey-milovidov)
- Added a few more warnings that are available only in clang 8. #3993 (alexey-milovidov)
- Link to `libLLVM` rather than to individual LLVM libs when using shared linking. #3989 (Orivej Desh)
- Added sanitizer variables for test images. #4072 (alesapin)
- `clickhouse-server` debian package will recommend `libcap2-bin` package to use `setcap` tool for setting capabilities. This is optional. #4093 (alexey-milovidov)
- Improved compilation time, fixed includes. #3898 (proller)
- Added performance tests for hash functions. #3918 (filimonov)

- Fixed cyclic library dependences. [#3958](#) ([proller](#))
- Improved compilation with low available memory. [#4030](#) ([proller](#))
- Added test script to reproduce performance degradation in `jemalloc`. [#4036](#) ([alexey-milovidov](#))
- Fixed misspells in comments and string literals under `dbms`. [#4122](#) ([maiha](#))
- Fixed typos in comments. [#4089](#) ([Evgenii Pravda](#))

## ClickHouse release 18.16

### **ClickHouse release 18.16.1, 2018-12-21**

#### **BUG FIXES:**

- Fixed an error that led to problems with updating dictionaries with the ODBC source. [#3825](#), [#3829](#)
- JIT compilation of aggregate functions now works with LowCardinality columns. [#3838](#)

#### **IMPROVEMENTS:**

- Added the `low_cardinality_allow_in_native_format` setting (enabled by default). When disabled, LowCardinality columns will be converted to ordinary columns for SELECT queries and ordinary columns will be expected for INSERT queries. [#3879](#)

#### **BUILD IMPROVEMENTS:**

- Fixes for builds on macOS and ARM.

### **ClickHouse release 18.16.0, 2018-12-14**

#### **NEW FEATURES:**

- `DEFAULT` expressions are evaluated for missing fields when loading data in semi-structured input formats (`JSONEachRow`, `TSKV`). The feature is enabled with the `insert_sample_with_metadata` setting. [#3555](#)
- The `ALTER TABLE` query now has the `MODIFY ORDER BY` action for changing the sorting key when adding or removing a table column. This is useful for tables in the `MergeTree` family that perform additional tasks when merging based on this sorting key, such as `SummingMergeTree`, `AggregatingMergeTree`, and so on. [#3581](#) [#3755](#)
- For tables in the `MergeTree` family, now you can specify a different sorting key (`ORDER BY`) and index (`PRIMARY KEY`). The sorting key can be longer than the index. [#3581](#)
- Added the `hdfs` table function and the `HDFS` table engine for importing and exporting data to HDFS. [chenxing-xc](#)
- Added functions for working with `base64`: `base64Encode`, `base64Decode`, `tryBase64Decode`. [Alexander Krasheninnikov](#)
- Now you can use a parameter to configure the precision of the `uniqCombined` aggregate function (select the number of HyperLogLog cells). [#3406](#)
- Added the `system.contributors` table that contains the names of everyone who made commits in ClickHouse. [#3452](#)
- Added the ability to omit the partition for the `ALTER TABLE ... FREEZE` query in order to back up all partitions at once. [#3514](#)
- Added `dictGet` and `dictGetOrDefault` functions that don't require specifying the type of return value. The type is determined automatically from the dictionary description. [Amos Bird](#)
- Now you can specify comments for a column in the table description and change it using `ALTER`. [#3377](#)
- Reading is supported for `Join` type tables with simple keys. [Amos Bird](#)
- Now you can specify the options `join_use_nulls`, `max_rows_in_join`, `max_bytes_in_join`, and `join_overflow_mode` when creating a `Join` type table. [Amos Bird](#)

- Added the `joinGet` function that allows you to use a `Join` type table like a dictionary. [Amos Bird](#)
- Added the `partition_key`, `sorting_key`, `primary_key`, and `sampling_key` columns to the `system.tables` table in order to provide information about table keys. [#3609](#)
- Added the `is_in_partition_key`, `is_in_sorting_key`, `is_in_primary_key`, and `is_in_sampling_key` columns to the `system.columns` table. [#3609](#)
- Added the `min_time` and `max_time` columns to the `system.parts` table. These columns are populated when the partitioning key is an expression consisting of `DateTime` columns. [Emmanuel Donin de Rosière](#)

#### **BUG FIXES:**

- Fixes and performance improvements for the `LowCardinality` data type. GROUP BY using `LowCardinality(Nullable(...))`. Getting the values of `extremes`. Processing high-order functions. LEFT ARRAY JOIN . Distributed GROUP BY . Functions that return `Array`. Execution of ORDER BY . Writing to Distributed tables (nicelulu). Backward compatibility for `INSERT` queries from old clients that implement the Native protocol. Support for `LowCardinality` for JOIN . Improved performance when working in a single stream. [#3823](#) [#3803](#) [#3799](#) [#3769](#) [#3744](#) [#3681](#) [#3651](#) [#3649](#) [#3641](#) [#3632](#) [#3568](#) [#3523](#) [#3518](#)
- Fixed how the `select_sequential_consistency` option works. Previously, when this setting was enabled, an incomplete result was sometimes returned after beginning to write to a new partition. [#2863](#)
- Databases are correctly specified when executing DDL ON CLUSTER queries and ALTER UPDATE/DELETE . [#3772](#) [#3460](#)
- Databases are correctly specified for subqueries inside a VIEW. [#3521](#)
- Fixed a bug in PREWHERE with FINAL for VersionedCollapsingMergeTree . [7167bfd7](#)
- Now you can use KILL QUERY to cancel queries that have not started yet because they are waiting for the table to be locked. [#3517](#)
- Corrected date and time calculations if the clocks were moved back at midnight (this happens in Iran, and happened in Moscow from 1981 to 1983). Previously, this led to the time being reset a day earlier than necessary, and also caused incorrect formatting of the date and time in text format. [#3819](#)
- Fixed bugs in some cases of VIEW and subqueries that omit the database. [Winter Zhang](#)
- Fixed a race condition when simultaneously reading from a MATERIALIZED VIEW and deleting a MATERIALIZED VIEW due to not locking the internal MATERIALIZED VIEW . [#3404](#) [#3694](#)
- Fixed the error Lock handler cannot be nullptr. [#3689](#)
- Fixed query processing when the `compile_expressions` option is enabled (it's enabled by default). Nondeterministic constant expressions like the `now` function are no longer unfolded. [#3457](#)
- Fixed a crash when specifying a non-constant scale argument in `toDecimal32/64/128` functions.
- Fixed an error when trying to insert an array with `NULL` elements in the `Values` format into a column of type `Array` without `Nullable` (if `input_format_values_interpret_expressions = 1`). [#3487](#) [#3503](#)
- Fixed continuous error logging in DDLWorker if ZooKeeper is not available. [8f50c620](#)
- Fixed the return type for `quantile*` functions from `Date` and `DateTime` types of arguments. [#3580](#)
- Fixed the WITH clause if it specifies a simple alias without expressions. [#3570](#)
- Fixed processing of queries with named sub-queries and qualified column names when `enable_optimize_predicate_expression` is enabled. [Winter Zhang](#)
- Fixed the error Attempt to attach to nullptr thread group when working with materialized views. [Marek Vavruša](#)
- Fixed a crash when passing certain incorrect arguments to the `arrayReverse` function. [73e3a7b6](#)
- Fixed the buffer overflow in the `extractURLParameter` function. Improved performance. Added correct processing of strings containing zero bytes. [141e9799](#)

- Fixed buffer overflow in the `lowerUTF8` and `upperUTF8` functions. Removed the ability to execute these functions over `FixedString` type arguments. [#3662](#)
- Fixed a rare race condition when deleting `MergeTree` tables. [#3680](#)
- Fixed a race condition when reading from `Buffer` tables and simultaneously performing `ALTER` or `DROP` on the target tables. [#3719](#)
- Fixed a segfault if the `max_temporary_non_const_columns` limit was exceeded. [#3788](#)

#### IMPROVEMENTS:

- The server does not write the processed configuration files to the `/etc/clickhouse-server/` directory. Instead, it saves them in the `preprocessed_configs` directory inside `path`. This means that the `/etc/clickhouse-server/` directory doesn't have write access for the `clickhouse` user, which improves security. [#2443](#)
- The `min_merge_bytes_to_use_direct_io` option is set to 10 GiB by default. A merge that forms large parts of tables from the `MergeTree` family will be performed in `O_DIRECT` mode, which prevents excessive page cache eviction. [#3504](#)
- Accelerated server start when there is a very large number of tables. [#3398](#)
- Added a connection pool and HTTP Keep-Alive for connections between replicas. [#3594](#)
- If the query syntax is invalid, the `400 Bad Request` code is returned in the `HTTP` interface (500 was returned previously). [31bc680a](#)
- The `join_default_strictness` option is set to `ALL` by default for compatibility. [120e2cbe](#)
- Removed logging to `stderr` from the `re2` library for invalid or complex regular expressions. [#3723](#)
- Added for the `Kafka` table engine: checks for subscriptions before beginning to read from Kafka; the `kafka_max_block_size` setting for the table. [Marek Vavruša](#)
- The `cityHash64`, `farmHash64`, `metroHash64`, `sipHash64`, `halfMD5`, `murmurHash2_32`, `murmurHash2_64`, `murmurHash3_32`, and `murmurHash3_64` functions now work for any number of arguments and for arguments in the form of tuples. [#3451 #3519](#)
- The `arrayReverse` function now works with any types of arrays. [73e3a7b6](#)
- Added an optional parameter: the slot size for the `timeSlots` function. [Kirill Shvakov](#)
- For `FULL` and `RIGHT JOIN`, the `max_block_size` setting is used for a stream of non-joined data from the right table. [Amos Bird](#)
- Added the `--secure` command line parameter in `clickhouse-benchmark` and `clickhouse-performance-test` to enable TLS. [#3688 #3690](#)
- Type conversion when the structure of a `Buffer` type table does not match the structure of the destination table. [Vitaly Baranov](#)
- Added the `tcp_keep_alive_timeout` option to enable keep-alive packets after inactivity for the specified time interval. [#3441](#)
- Removed unnecessary quoting of values for the partition key in the `system.parts` table if it consists of a single column. [#3652](#)
- The modulo function works for `Date` and `DateTime` data types. [#3385](#)
- Added synonyms for the `POWER`, `LN`, `LCASE`, `UCASE`, `REPLACE`, `LOCATE`, `SUBSTR`, and `MID` functions. [#3774 #3763](#) Some function names are case-insensitive for compatibility with the SQL standard. Added syntactic sugar `SUBSTRING(expr FROM start FOR length)` for compatibility with SQL. [#3804](#)
- Added the ability to `mlock` memory pages corresponding to `clickhouse-server` executable code to prevent it from being forced out of memory. This feature is disabled by default. [#3553](#)
- Improved performance when reading from `O_DIRECT` (with the `min_bytes_to_use_direct_io` option enabled). [#3405](#)
- Improved performance of the `dictGet...OrDefault` function for a constant key argument and a non-constant default argument. [Amos Bird](#)

- The `firstSignificantSubdomain` function now processes the domains `gov`, `mil`, and `edu`. [Igor Hatarist](#) Improved performance. [#3628](#)
- Ability to specify custom environment variables for starting `clickhouse-server` using the SYS-V init.d script by defining `CLICKHOUSE_PROGRAM_ENV` in `/etc/default/clickhouse`. [Pavlo Bashynskyi](#)
- Correct return code for the `clickhouse-server` init script. [#3516](#)
- The `system.metrics` table now has the `VersionInteger` metric, and `system.build_options` has the added line `VERSION_INTEGER`, which contains the numeric form of the ClickHouse version, such as `18016000`. [#3644](#)
- Removed the ability to compare the `Date` type with a number to avoid potential errors like `date = 2018-12-17`, where quotes around the date are omitted by mistake. [#3687](#)
- Fixed the behavior of stateful functions like `rowNumberInAllBlocks`. They previously output a result that was one number larger due to starting during query analysis. [Amos Bird](#)
- If the `force_restore_data` file can't be deleted, an error message is displayed. [Amos Bird](#)

#### BUILD IMPROVEMENTS:

- Updated the `jemalloc` library, which fixes a potential memory leak. [Amos Bird](#)
- Profiling with `jemalloc` is enabled by default in order to debug builds. [2cc82f5c](#)
- Added the ability to run integration tests when only `Docker` is installed on the system. [#3650](#)
- Added the fuzz expression test in `SELECT` queries. [#3442](#)
- Added a stress test for commits, which performs functional tests in parallel and in random order to detect more race conditions. [#3438](#)
- Improved the method for starting `clickhouse-server` in a Docker image. [Elghazal Ahmed](#)
- For a Docker image, added support for initializing databases using files in the `/docker-entrypoint-initdb.d` directory. [Konstantin Lebedev](#)
- Fixes for builds on ARM. [#3709](#)

#### BACKWARD INCOMPATIBLE CHANGES:

- Removed the ability to compare the `Date` type with a number. Instead of `toDate('2018-12-18') = 17883`, you must use explicit type conversion `= toDate(17883)` [#3687](#)

## ClickHouse release 18.14

### **ClickHouse release 18.14.19, 2018-12-19**

#### BUG FIXES:

- Fixed an error that led to problems with updating dictionaries with the ODBC source. [#3825](#), [#3829](#)
- Databases are correctly specified when executing `DDL ON CLUSTER` queries. [#3460](#)
- Fixed a segfault if the `max_temporary_non_const_columns` limit was exceeded. [#3788](#)

#### BUILD IMPROVEMENTS:

- Fixes for builds on ARM.

### **ClickHouse release 18.14.18, 2018-12-04**

#### BUG FIXES:

- Fixed error in `dictGet...` function for dictionaries of type `range`, if one of the arguments is constant and other is not. [#3751](#)

- Fixed error that caused messages `netlink: ...: attribute type 1 has an invalid length` to be printed in Linux kernel log, that was happening only on fresh enough versions of Linux kernel. [#3749](#)
- Fixed segfault in function `empty` for argument of `FixedString` type. [Daniel, Dao Quang Minh](#)
- Fixed excessive memory allocation when using large value of `max_query_size` setting (a memory chunk of `max_query_size` bytes was preallocated at once). [#3720](#)

#### BUILD CHANGES:

- Fixed build with LLVM/Clang libraries of version 7 from the OS packages (these libraries are used for runtime query compilation). [#3582](#)

### **ClickHouse release 18.14.17, 2018-11-30**

#### BUG FIXES:

- Fixed cases when the ODBC bridge process did not terminate with the main server process. [#3642](#)
- Fixed synchronous insertion into the `Distributed` table with a columns list that differs from the column list of the remote table. [#3673](#)
- Fixed a rare race condition that can lead to a crash when dropping a MergeTree table. [#3643](#)
- Fixed a query deadlock in case when query thread creation fails with the `Resource temporarily unavailable` error. [#3643](#)
- Fixed parsing of the `ENGINE` clause when the `CREATE AS table` syntax was used and the `ENGINE` clause was specified before the `AS table` (the error resulted in ignoring the specified engine). [#3692](#)

### **ClickHouse release 18.14.15, 2018-11-21**

#### BUG FIXES:

- The size of memory chunk was overestimated while deserializing the column of type `Array(String)` that leads to "Memory limit exceeded" errors. The issue appeared in version 18.12.13. [#3589](#)

### **ClickHouse release 18.14.14, 2018-11-20**

#### BUG FIXES:

- Fixed `ON CLUSTER` queries when cluster configured as secure (flag `<secure>`). [#3599](#)

#### BUILD CHANGES:

- Fixed problems (llvm-7 from system, macos) [#3582](#)

### **ClickHouse release 18.14.13, 2018-11-08**

#### BUG FIXES:

- Fixed the `Block structure mismatch in MergingSorted stream` error. [#3162](#)
- Fixed `ON CLUSTER` queries in case when secure connections were turned on in the cluster config (the `<secure>` flag). [#3465](#)
- Fixed an error in queries that used `SAMPLE`, `PREWHERE` and alias columns. [#3543](#)
- Fixed a rare `unknown compression method` error when the `min_bytes_to_use_direct_io` setting was enabled. [#3544](#)

#### PERFORMANCE IMPROVEMENTS:

- Fixed performance regression of queries with `GROUP BY` of columns of `UInt16` or `Date` type when executing on AMD EPYC processors. [Igor Lapko](#)
- Fixed performance regression of queries that process long strings. [#3530](#)

#### BUILD IMPROVEMENTS:

- Improvements for simplifying the Arcadia build. #3475, #3535

## ClickHouse release 18.14.12, 2018-11-02

### BUG FIXES:

- Fixed a crash on joining two unnamed subqueries. #3505
- Fixed generating incorrect queries (with an empty WHERE clause) when querying external databases. hotid
- Fixed using an incorrect timeout value in ODBC dictionaries. Marek Vavruša

## ClickHouse release 18.14.11, 2018-10-29

### BUG FIXES:

- Fixed the error Block structure mismatch in UNION stream: different number of columns in LIMIT queries. #2156
- Fixed errors when merging data in tables containing arrays inside Nested structures. #3397
- Fixed incorrect query results if the merge\_tree\_uniform\_read\_distribution setting is disabled (it is enabled by default). #3429
- Fixed an error on inserts to a Distributed table in Native format. #3411

## ClickHouse release 18.14.10, 2018-10-23

- The compile\_expressions setting (JIT compilation of expressions) is disabled by default. #3410
- The enable\_optimize\_predicate\_expression setting is disabled by default.

## ClickHouse release 18.14.9, 2018-10-16

### NEW FEATURES:

- The WITH CUBE modifier for GROUP BY (the alternative syntax GROUP BY CUBE(...) is also available). #3172
- Added the formatDateTime function. [Alexandr Krasheninnikov](#)
- Added the JDBC table engine and jdbc table function (requires installing clickhouse-jdbc-bridge). [Alexandr Krasheninnikov](#)
- Added functions for working with the ISO week number: toISOWeek , toISOYear , toStartOfISOYear , and toDayOfYear . #3146
- Now you can use Nullable columns for MySQL and ODBC tables. #3362
- Nested data structures can be read as nested objects in JSONEachRow format. Added the input\_format\_import\_nested\_json setting. [Veloman Yunkan](#)
- Parallel processing is available for many MATERIALIZED VIEWs when inserting data. See the parallel\_view\_processing setting. [Marek Vavruša](#)
- Added the SYSTEM FLUSH LOGS query (forced log flushes to system tables such as query\_log ) #3321
- Now you can use pre-defined database and table macros when declaring Replicated tables. #3251
- Added the ability to read Decimal type values in engineering notation (indicating powers of ten). #3153

### EXPERIMENTAL FEATURES:

- Optimization of the GROUP BY clause for LowCardinality data types. #3138
- Optimized calculation of expressions for LowCardinality data types. #3200

### IMPROVEMENTS:

- Significantly reduced memory consumption for queries with ORDER BY and LIMIT . See the max\_bytes\_before\_remerge\_sort setting. #3205

- In the absence of `JOIN` (`LEFT`, `INNER`, ...), `INNER JOIN` is assumed. [#3147](#)
- Qualified asterisks work correctly in queries with `JOIN`. [Winter Zhang](#)
- The `ODBC` table engine correctly chooses the method for quoting identifiers in the SQL dialect of a remote database. [Alexandr Krasheninnikov](#)
- The `compile_expressions` setting (JIT compilation of expressions) is enabled by default.
- Fixed behavior for simultaneous `DROP DATABASE/TABLE IF EXISTS` and `CREATE DATABASE/TABLE IF NOT EXISTS`. Previously, a `CREATE DATABASE ... IF NOT EXISTS` query could return the error message "File ... already exists", and the `CREATE TABLE ... IF NOT EXISTS` and `DROP TABLE IF EXISTS` queries could return `Table ... is creating or attaching right now`. [#3101](#)
- LIKE and IN expressions with a constant right half are passed to the remote server when querying from MySQL or ODBC tables. [#3182](#)
- Comparisons with constant expressions in a WHERE clause are passed to the remote server when querying from MySQL and ODBC tables. Previously, only comparisons with constants were passed. [#3182](#)
- Correct calculation of row width in the terminal for `Pretty` formats, including strings with hieroglyphs. [Amos Bird](#).
- `ON CLUSTER` can be specified for `ALTER UPDATE` queries.
- Improved performance for reading data in `JSONEachRow` format. [#3332](#)
- Added synonyms for the `LENGTH` and `CHARACTER_LENGTH` functions for compatibility. The `CONCAT` function is no longer case-sensitive. [#3306](#)
- Added the `TIMESTAMP` synonym for the `DateTime` type. [#3390](#)
- There is always space reserved for `query_id` in the server logs, even if the log line is not related to a query. This makes it easier to parse server text logs with third-party tools.
- Memory consumption by a query is logged when it exceeds the next level of an integer number of gigabytes. [#3205](#)
- Added compatibility mode for the case when the client library that uses the Native protocol sends fewer columns by mistake than the server expects for the `INSERT` query. This scenario was possible when using the `clickhouse-cpp` library. Previously, this scenario caused the server to crash. [#3171](#)
- In a user-defined WHERE expression in `clickhouse-copier`, you can now use a `partition_key` alias (for additional filtering by source table partition). This is useful if the partitioning scheme changes during copying, but only changes slightly. [#3166](#)
- The workflow of the `Kafka` engine has been moved to a background thread pool in order to automatically reduce the speed of data reading at high loads. [Marek Vavruša](#)
- Support for reading `Tuple` and `Nested` values of structures like `struct` in the Cap'n'Proto format. [Marek Vavruša](#)
- The list of top-level domains for the `firstSignificantSubdomain` function now includes the domain `biz`. [decaseal](#)
- In the configuration of external dictionaries, `null_value` is interpreted as the value of the default data type. [#3330](#)
- Support for the `intDiv` and `intDivOrZero` functions for `Decimal`. [b48402e8](#)
- Support for the `Date`, `DateTime`, `UUID`, and `Decimal` types as a key for the `sumMap` aggregate function. [#3281](#)
- Support for the `Decimal` data type in external dictionaries. [#3324](#)
- Support for the `Decimal` data type in `SummingMergeTree` tables. [#3348](#)
- Added specializations for `UUID` in `if`. [#3366](#)
- Reduced the number of `open` and `close` system calls when reading from a `MergeTree` table. [#3283](#)
- A `TRUNCATE TABLE` query can be executed on any replica (the query is passed to the leader replica). [Kirill Shvakov](#)

#### **BUG FIXES:**

- Fixed an issue with `Dictionary` tables for `range_hashed` dictionaries. This error occurred in version 18.12.17. [#1702](#)

- Fixed an error when loading `range_hashed` dictionaries (the message `Unsupported type Nullable (...)` ). This error occurred in version 18.12.17. [#3362](#)
- Fixed errors in the `pointInPolygon` function due to the accumulation of inaccurate calculations for polygons with a large number of vertices located close to each other. [#3331](#) [#3341](#)
- If after merging data parts, the checksum for the resulting part differs from the result of the same merge in another replica, the result of the merge is deleted and the data part is downloaded from the other replica (this is the correct behavior). But after downloading the data part, it couldn't be added to the working set because of an error that the part already exists (because the data part was deleted with some delay after the merge). This led to cyclical attempts to download the same data. [#3194](#)
- Fixed incorrect calculation of total memory consumption by queries (because of incorrect calculation, the `max_memory_usage_for_all_queries` setting worked incorrectly and the `MemoryTracking` metric had an incorrect value). This error occurred in version 18.12.13. [Marek Vavruša](#)
- Fixed the functionality of `CREATE TABLE ... ON CLUSTER ... AS SELECT ...` This error occurred in version 18.12.13. [#3247](#)
- Fixed unnecessary preparation of data structures for `JOIN`s on the server that initiates the query if the `JOIN` is only performed on remote servers. [#3340](#)
- Fixed bugs in the `Kafka` engine: deadlocks after exceptions when starting to read data, and locks upon completion [Marek Vavruša](#).
- For `Kafka` tables, the optional `schema` parameter was not passed (the schema of the `Cap'n'Proto` format). [Vojtech Splichal](#)
- If the ensemble of ZooKeeper servers has servers that accept the connection but then immediately close it instead of responding to the handshake, ClickHouse chooses to connect another server. Previously, this produced the error `Cannot read all data. Bytes read: 0. Bytes expected: 4.` and the server couldn't start. [8218cf3a](#)
- If the ensemble of ZooKeeper servers contains servers for which the DNS query returns an error, these servers are ignored. [17b8e209](#)
- Fixed type conversion between `Date` and `DateTime` when inserting data in the `VALUES` format (if `input_format_values_interpret_expressions = 1` ). Previously, the conversion was performed between the numerical value of the number of days in Unix Epoch time and the Unix timestamp, which led to unexpected results. [#3229](#)
- Corrected type conversion between `Decimal` and integer numbers. [#3211](#)
- Fixed errors in the `enable_optimize_predicate_expression` setting. [Winter Zhang](#)
- Fixed a parsing error in CSV format with floating-point numbers if a non-default CSV separator is used, such as `,`. [#3155](#)
- Fixed the `arrayCumSumNonNegative` function (it does not accumulate negative values if the accumulator is less than zero). [Aleksey Studnev](#)
- Fixed how `Merge` tables work on top of `Distributed` tables when using `PREWHERE`. [#3165](#)
- Bug fixes in the `ALTER UPDATE` query.
- Fixed bugs in the `odbc` table function that appeared in version 18.12. [#3197](#)
- Fixed the operation of aggregate functions with `StateArray` combinators. [#3188](#)
- Fixed a crash when dividing a `Decimal` value by zero. [69dd6609](#)
- Fixed output of types for operations using `Decimal` and integer arguments. [#3224](#)
- Fixed the segfault during `GROUP BY` on `Decimal128`. [3359ba06](#)
- The `log_query_threads` setting (logging information about each thread of query execution) now takes effect only if the `log_queries` option (logging information about queries) is set to 1. Since the `log_query_threads` option is enabled by default, information about threads was previously logged even if query logging was disabled. [#3241](#)
- Fixed an error in the distributed operation of the `quantiles` aggregate function (the error message `Not found column`

quantile... ). [292a8855](#)

- Fixed the compatibility problem when working on a cluster of version 18.12.17 servers and older servers at the same time. For distributed queries with GROUP BY keys of both fixed and non-fixed length, if there was a large amount of data to aggregate, the returned data was not always fully aggregated (two different rows contained the same aggregation keys). [#3254](#)
- Fixed handling of substitutions in `clickhouse-performance-test`, if the query contains only part of the substitutions declared in the test. [#3263](#)
- Fixed an error when using `FINAL` with `PREWHERE`. [#3298](#)
- Fixed an error when using `PREWHERE` over columns that were added during `ALTER`. [#3298](#)
- Added a check for the absence of `arrayJoin` for `DEFAULT` and `MATERIALIZED` expressions. Previously, `arrayJoin` led to an error when inserting data. [#3337](#)
- Added a check for the absence of `arrayJoin` in a `PREWHERE` clause. Previously, this led to messages like `Size ... doesn't match` or `Unknown compression method` when executing queries. [#3357](#)
- Fixed segfault that could occur in rare cases after optimization that replaced AND chains from equality evaluations with the corresponding IN expression. [liuyimin-bytedance](#)
- Minor corrections to `clickhouse-benchmark`: previously, client information was not sent to the server; now the number of queries executed is calculated more accurately when shutting down and for limiting the number of iterations. [#3351](#) [#3352](#)

#### **BACKWARD INCOMPATIBLE CHANGES:**

- Removed the `allow_experimental_decimal_type` option. The `Decimal` data type is available for default use. [#3329](#)

## ClickHouse release 18.12

### **ClickHouse release 18.12.17, 2018-09-16**

#### **NEW FEATURES:**

- `invalidate_query` (the ability to specify a query to check whether an external dictionary needs to be updated) is implemented for the `clickhouse` source. [#3126](#)
- Added the ability to use `UInt*`, `Int*`, and `DateTime` data types (along with the `Date` type) as a `range_hashed` external dictionary key that defines the boundaries of ranges. Now `NONE` can be used to designate an open range. [Vasily Nemkov](#)
- The `Decimal` type now supports `var*` and `stddev*` aggregate functions. [#3129](#)
- The `Decimal` type now supports mathematical functions (`exp`, `sin` and so on.) [#3129](#)
- The `system.part_log` table now has the `partition_id` column. [#3089](#)

#### **BUG FIXES:**

- `Merge` now works correctly on `Distributed` tables. [Winter Zhang](#)
- Fixed incompatibility (unnecessary dependency on the `glibc` version) that made it impossible to run ClickHouse on Ubuntu Precise and older versions. The incompatibility arose in version 18.12.13. [#3130](#)
- Fixed errors in the `enable_optimize_predicate_expression` setting. [Winter Zhang](#)
- Fixed a minor issue with backwards compatibility that appeared when working with a cluster of replicas on versions earlier than 18.12.13 and simultaneously creating a new replica of a table on a server with a newer version (shown in the message `Can not clone replica, because the ... updated to new ClickHouse version`, which is logical, but shouldn't happen). [#3122](#)

#### **BACKWARD INCOMPATIBLE CHANGES:**

- The `enable_optimize_predicate_expression` option is enabled by default (which is rather optimistic). If query analysis errors occur that are related to searching for the column names, set `enable_optimize_predicate_expression` to 0. [Winter Zhang](#)

## ClickHouse release 18.12.14, 2018-09-13

### NEW FEATURES:

- Added support for `ALTER UPDATE` queries. [#3035](#)
- Added the `allow_ddl` option, which restricts the user's access to DDL queries. [#3104](#)
- Added the `min_merge_bytes_to_use_direct_io` option for MergeTree engines, which allows you to set a threshold for the total size of the merge (when above the threshold, data part files will be handled using O\_DIRECT). [#3117](#)
- The `system.merges` system table now contains the `partition_id` column. [#3099](#)

### IMPROVEMENTS

- If a data part remains unchanged during mutation, it isn't downloaded by replicas. [#3103](#)
- Autocomplete is available for names of settings when working with `clickhouse-client`. [#3106](#)

### BUG FIXES:

- Added a check for the sizes of arrays that are elements of `Nested` type fields when inserting. [#3118](#)
- Fixed an error updating external dictionaries with the `ODBC` source and `hashed` storage. This error occurred in version 18.12.13.
- Fixed a crash when creating a temporary table from a query with an `IN` condition. [Winter Zhang](#)
- Fixed an error in aggregate functions for arrays that can have `NULL` elements. [Winter Zhang](#)

## ClickHouse release 18.12.13, 2018-09-10

### NEW FEATURES:

- Added the `DECIMAL(digits, scale)` data type ( `Decimal32(scale)` , `Decimal64(scale)` , `Decimal128(scale)` ). To enable it, use the setting `allow_experimental_decimal_type` . [#2846 #2970 #3008 #3047](#)
- New `WITH ROLLUP` modifier for `GROUP BY` (alternative syntax: `GROUP BY ROLLUP(...)` ). [#2948](#)
- In queries with `JOIN`, the star character expands to a list of columns in all tables, in compliance with the SQL standard. You can restore the old behavior by setting `asterisk_left_columns_only` to 1 on the user configuration level. [Winter Zhang](#)
- Added support for `JOIN` with table functions. [Winter Zhang](#)
- Autocomplete by pressing Tab in `clickhouse-client`. [Sergey Shcherbin](#)
- `Ctrl+C` in `clickhouse-client` clears a query that was entered. [#2877](#)
- Added the `join_default_strictness` setting (values: " , 'any' , 'all' ). This allows you to not specify `ANY` or `ALL` for `JOIN` . [#2982](#)
- Each line of the server log related to query processing shows the query ID. [#2482](#)
- Now you can get query execution logs in `clickhouse-client` (use the `send_logs_level` setting). With distributed query processing, logs are cascaded from all the servers. [#2482](#)
- The `system.query_log` and `system.processes` ( `SHOW PROCESSLIST` ) tables now have information about all changed settings when you run a query (the nested structure of the `Settings` data). Added the `log_query_settings` setting. [#2482](#)
- The `system.query_log` and `system.processes` tables now show information about the number of threads that are participating in query execution (see the `thread_numbers` column). [#2482](#)
- Added `ProfileEvents` counters that measure the time spent on reading and writing over the network and reading and

writing to disk, the number of network errors, and the time spent waiting when network bandwidth is limited. [#2482](#)

- Added `ProfileEvents` counters that contain the system metrics from `rusage` (you can use them to get information about CPU usage in userspace and the kernel, page faults, and context switches), as well as `taskstats` metrics (use these to obtain information about I/O wait time, CPU wait time, and the amount of data read and recorded, both with and without page cache). [#2482](#)
- The `ProfileEvents` counters are applied globally and for each query, as well as for each query execution thread, which allows you to profile resource consumption by query in detail. [#2482](#)
- Added the `system.query_thread_log` table, which contains information about each query execution thread. Added the `log_query_threads` setting. [#2482](#)
- The `system.metrics` and `system.events` tables now have built-in documentation. [#3016](#)
- Added the `arrayEnumerateDense` function. [Amos Bird](#)
- Added the `arrayCumSumNonNegative` and `arrayDifference` functions. [Aleksey Studnev](#)
- Added the `retention` aggregate function. [Sundy Li](#)
- Now you can add (merge) states of aggregate functions by using the `plus` operator, and multiply the states of aggregate functions by a nonnegative constant. [#3062](#) [#3034](#)
- Tables in the `MergeTree` family now have the virtual column `_partition_id`. [#3089](#)

#### EXPERIMENTAL FEATURES:

- Added the `LowCardinality(T)` data type. This data type automatically creates a local dictionary of values and allows data processing without unpacking the dictionary. [#2830](#)
- Added a cache of JIT-compiled functions and a counter for the number of uses before compiling. To JIT compile expressions, enable the `compile_expressions` setting. [#2990](#) [#3077](#)

#### IMPROVEMENTS:

- Fixed the problem with unlimited accumulation of the replication log when there are abandoned replicas. Added an effective recovery mode for replicas with a long lag.
- Improved performance of `GROUP BY` with multiple aggregation fields when one of them is string and the others are fixed length.
- Improved performance when using `PREWHERE` and with implicit transfer of expressions in `PREWHERE`.
- Improved parsing performance for text formats (`CSV`, `TSV`). [Amos Bird](#) [#2980](#)
- Improved performance of reading strings and arrays in binary formats. [Amos Bird](#)
- Increased performance and reduced memory consumption for queries to `system.tables` and `system.columns` when there is a very large number of tables on a single server. [#2953](#)
- Fixed a performance problem in the case of a large stream of queries that result in an error (the `_dl_addr` function is visible in `perf top`, but the server isn't using much CPU). [#2938](#)
- Conditions are cast into the View (when `enable_optimize_predicate_expression` is enabled). [Winter Zhang](#)
- Improvements to the functionality for the `UUID` data type. [#3074](#) [#2985](#)
- The `UUID` data type is supported in The-Alchemist dictionaries. [#2822](#)
- The `visitParamExtractRaw` function works correctly with nested structures. [Winter Zhang](#)
- When the `input_format_skip_unknown_fields` setting is enabled, object fields in `JSONEachRow` format are skipped correctly. [BlahGeek](#)
- For a `CASE` expression with conditions, you can now omit `ELSE`, which is equivalent to `ELSE NULL`. [#2920](#)
- The operation timeout can now be configured when working with ZooKeeper. [urykhy](#)
- You can specify an offset for `LIMIT n, m` as `LIMIT n OFFSET m`. [#2840](#)

- You can use the `SELECT TOP n` syntax as an alternative for `LIMIT . #2840`
- Increased the size of the queue to write to system tables, so the `SystemLog` parameter queue is full `error` doesn't happen as often.
- The `windowFunnel` aggregate function now supports events that meet multiple conditions. [Amos Bird](#)
- Duplicate columns can be used in a `USING` clause for `JOIN . #3006`
- Pretty formats now have a limit on column alignment by width. Use the `output_format_pretty_max_column_pad_width` setting. If a value is wider, it will still be displayed in its entirety, but the other cells in the table will not be too wide. [#3003](#)
- The `odbc` table function now allows you to specify the database/schema name. [Amos Bird](#)
- Added the ability to use a username specified in the `clickhouse-client` config file. [Vladimir Kozbin](#)
- The `ZooKeeperExceptions` counter has been split into three counters: `ZooKeeperUserExceptions`, `ZooKeeperHardwareExceptions`, and `ZooKeeperOtherExceptions`.
- `ALTER DELETE` queries work for materialized views.
- Added randomization when running the cleanup thread periodically for `ReplicatedMergeTree` tables in order to avoid periodic load spikes when there are a very large number of `ReplicatedMergeTree` tables.
- Support for `ATTACH TABLE ... ON CLUSTER` queries. [#3025](#)

#### **BUG FIXES:**

- Fixed an issue with `Dictionary` tables (throws the `Size of offsets doesn't match size of column or Unknown compression method exception`). This bug appeared in version 18.10.3. [#2913](#)
- Fixed a bug when merging `CollapsingMergeTree` tables if one of the data parts is empty (these parts are formed during merge or `ALTER DELETE` if all data was deleted), and the `vertical` algorithm was used for the merge. [#3049](#)
- Fixed a race condition during `DROP` or `TRUNCATE` for `Memory` tables with a simultaneous `SELECT`, which could lead to server crashes. This bug appeared in version 1.1.54388. [#3038](#)
- Fixed the possibility of data loss when inserting in `Replicated` tables if the `Session` is expired `error` is returned (data loss can be detected by the `ReplicatedDataLoss` metric). This error occurred in version 1.1.54378. [#2939 #2949 #2964](#)
- Fixed a segfault during `JOIN ... ON . #3000`
- Fixed the error searching column names when the `WHERE` expression consists entirely of a qualified column name, such as `WHERE table.column . #2994`
- Fixed the "Not found column" error that occurred when executing distributed queries if a single column consisting of an `IN` expression with a subquery is requested from a remote server. [#3087](#)
- Fixed the `Block` structure mismatch in `UNION` stream: `different number of columns` `error` that occurred for distributed queries if one of the shards is local and the other is not, and optimization of the move to `PREWHERE` is triggered. [#2226 #3037 #3055 #3065 #3073 #3090 #3093](#)
- Fixed the `pointInPolygon` function for certain cases of non-convex polygons. [#2910](#)
- Fixed the incorrect result when comparing `nan` with integers. [#3024](#)
- Fixed an error in the `zlib-ng` library that could lead to segfault in rare cases. [#2854](#)
- Fixed a memory leak when inserting into a table with `AggregateFunction` columns, if the state of the aggregate function is not simple (allocates memory separately), and if a single insertion request results in multiple small blocks. [#3084](#)
- Fixed a race condition when creating and deleting the same `Buffer` or `MergeTree` table simultaneously.
- Fixed the possibility of a segfault when comparing tuples made up of certain non-trivial types, such as tuples. [#2989](#)
- Fixed the possibility of a segfault when running certain `ON CLUSTER` queries. [Winter Zhang](#)
- Fixed an error in the `arrayDistinct` function for Nullable array elements. [#2845 #2937](#)

- The `enable_optimize_predicate_expression` option now correctly supports cases with `SELECT * . Winter Zhang`
- Fixed the segfault when re-initializing the ZooKeeper session. [#2917](#)
- Fixed potential blocking when working with ZooKeeper.
- Fixed incorrect code for adding nested data structures in a `SummingMergeTree`.
- When allocating memory for states of aggregate functions, alignment is correctly taken into account, which makes it possible to use operations that require alignment when implementing states of aggregate functions. [chenxing-xc](#)

#### **SECURITY FIX:**

- Safe use of ODBC data sources. Interaction with ODBC drivers uses a separate `clickhouse-odbc-bridge` process. Errors in third-party ODBC drivers no longer cause problems with server stability or vulnerabilities. [#2828](#) [#2879](#) [#2886](#) [#2893](#) [#2921](#)
- Fixed incorrect validation of the file path in the `catBoostPool` table function. [#2894](#)
- The contents of system tables (`tables`, `databases`, `parts`, `columns`, `parts_columns`, `merges`, `mutations`, `replicas`, and `replication_queue`) are filtered according to the user's configured access to databases (`allow_databases`). [Winter Zhang](#)

#### **BACKWARD INCOMPATIBLE CHANGES:**

- In queries with JOIN, the star character expands to a list of columns in all tables, in compliance with the SQL standard. You can restore the old behavior by setting `asterisk_left_columns_only` to 1 on the user configuration level.

#### **BUILD CHANGES:**

- Most integration tests can now be run by commit.
- Code style checks can also be run by commit.
- The `memcpy` implementation is chosen correctly when building on CentOS7/Fedora. [Etienne Champetier](#)
- When using clang to build, some warnings from `-Weverything` have been added, in addition to the regular `-Wall -Wextra -Werror`. [#2957](#)
- Debugging the build uses the `jemalloc` debug option.
- The interface of the library for interacting with ZooKeeper is declared abstract. [#2950](#)

## **ClickHouse release 18.10**

### **ClickHouse release 18.10.3, 2018-08-13**

#### **NEW FEATURES:**

- HTTPS can be used for replication. [#2760](#)
- Added the functions `murmurHash2_64`, `murmurHash3_32`, `murmurHash3_64`, and `murmurHash3_128` in addition to the existing `murmurHash2_32`. [#2791](#)
- Support for Nullable types in the ClickHouse ODBC driver (ODBCDriver2 output format). [#2834](#)
- Support for `UUID` in the key columns.

#### **IMPROVEMENTS:**

- Clusters can be removed without restarting the server when they are deleted from the config files. [#2777](#)
- External dictionaries can be removed without restarting the server when they are removed from config files. [#2779](#)
- Added SETTINGS support for the `Kafka` table engine. [Alexander Marshalov](#)
- Improvements for the `UUID` data type (not yet complete). [#2618](#)
- Support for empty parts after merges in the `SummingMergeTree`, `CollapsingMergeTree` and

VersionedCollapsingMergeTree engines. [#2815](#)

- Old records of completed mutations are deleted (ALTER DELETE). [#2784](#)
- Added the system.merge\_tree\_settings table. [Kirill Shvakov](#)
- The system.tables table now has dependency columns: dependencies\_database and dependencies\_table. [Winter Zhang](#)
- Added the max\_partition\_size\_to\_drop config option. [#2782](#)
- Added the output\_format\_json\_escape\_forward\_slashes option. [Alexander Bocharov](#)
- Added the max\_fetch\_partition\_retries\_count setting. [#2831](#)
- Added the prefer\_localhost\_replica setting for disabling the preference for a local replica and going to a local replica without inter-process interaction. [#2832](#)
- The quantileExact aggregate function returns nan in the case of aggregation on an empty Float32 or Float64 set. [Sundy Li](#)

#### BUG FIXES:

- Removed unnecessary escaping of the connection string parameters for ODBC, which made it impossible to establish a connection. This error occurred in version 18.6.0.
- Fixed the logic for processing REPLACE PARTITION commands in the replication queue. If there are two REPLACE commands for the same partition, the incorrect logic could cause one of them to remain in the replication queue and not be executed. [#2814](#)
- Fixed a merge bug when all data parts were empty (parts that were formed from a merge or from ALTER DELETE if all data was deleted). This bug appeared in version 18.1.0. [#2930](#)
- Fixed an error for concurrent Set or Join. [Amos Bird](#)
- Fixed the Block structure mismatch in UNION stream: different number of columns error that occurred for UNION ALL queries inside a sub-query if one of the SELECT queries contains duplicate column names. [Winter Zhang](#)
- Fixed a memory leak if an exception occurred when connecting to a MySQL server.
- Fixed incorrect clickhouse-client response code in case of a query error.
- Fixed incorrect behavior of materialized views containing DISTINCT. [#2795](#)

#### BACKWARD INCOMPATIBLE CHANGES

- Removed support for CHECK TABLE queries for Distributed tables.

#### BUILD CHANGES:

- The allocator has been replaced: jemalloc is now used instead of tcmalloc. In some scenarios, this increases speed up to 20%. However, there are queries that have slowed by up to 20%. Memory consumption has been reduced by approximately 10% in some scenarios, with improved stability. With highly competitive loads, CPU usage in userspace and in system shows just a slight increase. [#2773](#)
- Use of libressl from a submodule. [#1983 #2807](#)
- Use of unixodbc from a submodule. [#2789](#)
- Use of mariadb-connector-c from a submodule. [#2785](#)
- Added functional test files to the repository that depend on the availability of test data (for the time being, without the test data itself).

## ClickHouse release 18.6

### ClickHouse release 18.6.0, 2018-08-02

#### NEW FEATURES:

- Added support for ON expressions for the JOIN ON syntax: `JOIN ON Expr([table.]column ...)` = `Expr([table.]column, ...)` [AND `Expr([table.]column, ...) = Expr([table.]column, ...) ...`]. The expression must be a chain of equalities joined by the AND operator. Each side of the equality can be an arbitrary expression over the columns of one of the tables. The use of fully qualified column names is supported (`table.name`, `database.table.name`, `table_alias.name`, `subquery_alias.name`) for the right table. [#2742](#)
- HTTPS can be enabled for replication. [#2760](#)

#### **IMPROVEMENTS:**

- The server passes the patch component of its version to the client. Data about the patch version component is in `system.processes` and `query_log`. [#2646](#)

## ClickHouse release 18.5

### **ClickHouse release 18.5.1, 2018-07-31**

#### **NEW FEATURES:**

- Added the hash function `murmurHash2_32` [#2756](#).

#### **IMPROVEMENTS:**

- Now you can use the `from_env` [#2741](#) attribute to set values in config files from environment variables.
- Added case-insensitive versions of the `coalesce`, `ifNull`, and `nullIf` functions [#2752](#).

#### **BUG FIXES:**

- Fixed a possible bug when starting a replica [#2759](#).

## ClickHouse release 18.4

### **ClickHouse release 18.4.0, 2018-07-28**

#### **NEW FEATURES:**

- Added system tables: `formats`, `data_type_families`, `aggregate_function_combinators`, `table_functions`, `table_engines`, `collations` [#2721](#).
- Added the ability to use a table function instead of a table as an argument of a `remote` or `cluster` table function [#2708](#).
- Support for HTTP Basic authentication in the replication protocol [#2727](#).
- The `has` function now allows searching for a numeric value in an array of `Enum` values [Maxim Khrisanfov](#).
- Support for adding arbitrary message separators when reading from Kafka [Amos Bird](#).

#### **IMPROVEMENTS:**

- The `ALTER TABLE t DELETE WHERE` query does not rewrite data parts that were not affected by the WHERE condition [#2694](#).
- The `use_minimalistic_checksums_in_zookeeper` option for `ReplicatedMergeTree` tables is enabled by default. This setting was added in version 1.1.54378, 2018-04-16. Versions that are older than 1.1.54378 can no longer be installed.
- Support for running `KILL` and `OPTIMIZE` queries that specify `ON CLUSTER` [Winter Zhang](#).

#### **BUG FIXES:**

- Fixed the error `Column ... is not under an aggregate function and not in GROUP BY` for aggregation with an IN expression. This bug appeared in version 18.1.0. ([bbdd780b](#))
- Fixed a bug in the `windowFunnel` aggregate function [Winter Zhang](#).

- Fixed a bug in the `anyHeavy` aggregate function ([a2101df2](#))
- Fixed server crash when using the `countArray()` aggregate function.

#### **BACKWARD INCOMPATIBLE CHANGES:**

- Parameters for `Kafka` engine was changed from `Kafka(kafka_broker_list, kafka_topic_list, kafka_group_name, kafka_format[, kafka_schema, kafka_num_consumers])` to `Kafka(kafka_broker_list, kafka_topic_list, kafka_group_name, kafka_format[, kafka_row_delimiter, kafka_schema, kafka_num_consumers])`. If your tables use `kafka_schema` or `kafka_num_consumers` parameters, you have to manually edit the metadata files `path/metadata/database/table.sql` and add `kafka_row_delimiter` parameter with " " value.

## ClickHouse release 18.1

### **ClickHouse release 18.1.0, 2018-07-23**

#### **NEW FEATURES:**

- Support for the `ALTER TABLE t DELETE WHERE` query for non-replicated MergeTree tables ([#2634](#)).
- Support for arbitrary types for the `uniq*` family of aggregate functions ([#2010](#)).
- Support for arbitrary types in comparison operators ([#2026](#)).
- The `users.xml` file allows setting a subnet mask in the format `10.0.0.1/255.255.255.0`. This is necessary for using masks for IPv6 networks with zeros in the middle ([#2637](#)).
- Added the `arrayDistinct` function ([#2670](#)).
- The SummingMergeTree engine can now work with `AggregateFunction` type columns ([Constantin S. Pan](#)).

#### **IMPROVEMENTS:**

- Changed the numbering scheme for release versions. Now the first part contains the year of release (A.D., Moscow timezone, minus 2000), the second part contains the number for major changes (increases for most releases), and the third part is the patch version. Releases are still backward compatible, unless otherwise stated in the changelog.
- Faster conversions of floating-point numbers to a string ([Amos Bird](#)).
- If some rows were skipped during an insert due to parsing errors (this is possible with the `input_allow_errors_num` and `input_allow_errors_ratio` settings enabled), the number of skipped rows is now written to the server log ([Leonardo Cecchi](#)).

#### **BUG FIXES:**

- Fixed the `TRUNCATE` command for temporary tables ([Amos Bird](#)).
- Fixed a rare deadlock in the ZooKeeper client library that occurred when there was a network error while reading the response ([c315200](#)).
- Fixed an error during a `CAST` to Nullable types ([#1322](#)).
- Fixed the incorrect result of the `maxIntersection()` function when the boundaries of intervals coincided ([Michael Furmur](#)).
- Fixed incorrect transformation of the OR expression chain in a function argument ([chenxing-xc](#)).
- Fixed performance degradation for queries containing `IN (subquery)` expressions inside another subquery ([#2571](#)).
- Fixed incompatibility between servers with different versions in distributed queries that use a `CAST` function that isn't in uppercase letters ([fe8c4d6](#)).
- Added missing quoting of identifiers for queries to an external DBMS ([#2635](#)).

#### **BACKWARD INCOMPATIBLE CHANGES:**

- Converting a string containing the number zero to `DateTime` does not work. Example: `SELECT toDateTime('0')`. This is

also the reason that `DateTime DEFAULT '0'` does not work in tables, as well as `<null_value>0</null_value>` in dictionaries.  
Solution: replace `0` with `0000-00-00 00:00:00`.

## ClickHouse release 1.1

### ClickHouse release 1.1.54394, 2018-07-12

#### NEW FEATURES:

- Added the `histogram` aggregate function ([Mikhail Surin](#)).
- Now `OPTIMIZE TABLE ... FINAL` can be used without specifying partitions for `ReplicatedMergeTree` ([Amos Bird](#)).

#### BUG FIXES:

- Fixed a problem with a very small timeout for sockets (one second) for reading and writing when sending and downloading replicated data, which made it impossible to download larger parts if there is a load on the network or disk (it resulted in cyclical attempts to download parts). This error occurred in version 1.1.54388.
- Fixed issues when using chroot in ZooKeeper if you inserted duplicate data blocks in the table.
- The `has` function now works correctly for an array with Nullable elements ([#2115](#)).
- The `system.tables` table now works correctly when used in distributed queries. The `metadata_modification_time` and `engine_full` columns are now non-virtual. Fixed an error that occurred if only these columns were queried from the table.
- Fixed how an empty `TinyLog` table works after inserting an empty data block ([#2563](#)).
- The `system.zookeeper` table works if the value of the node in ZooKeeper is NULL.

### ClickHouse release 1.1.54390, 2018-07-06

#### NEW FEATURES:

- Queries can be sent in `multipart/form-data` format (in the `query` field), which is useful if external data is also sent for query processing ([Olga Hvostikova](#)).
- Added the ability to enable or disable processing single or double quotes when reading data in CSV format. You can configure this in the `format_csv_allow_single_quotes` and `format_csv_allow_double_quotes` settings ([Amos Bird](#)).
- Now `OPTIMIZE TABLE ... FINAL` can be used without specifying the partition for non-replicated variants of `MergeTree` ([Amos Bird](#)).

#### IMPROVEMENTS:

- Improved performance, reduced memory consumption, and correct memory consumption tracking with use of the `IN` operator when a table index could be used ([#2584](#)).
- Removed redundant checking of checksums when adding a data part. This is important when there are a large number of replicas, because in these cases the total number of checks was equal to  $N^2$ .
- Added support for `Array(Tuple(...))` arguments for the `arrayEnumerateUniq` function ([#2573](#)).
- Added Nullable support for the `runningDifference` function ([#2594](#)).
- Improved query analysis performance when there is a very large number of expressions ([#2572](#)).
- Faster selection of data parts for merging in `ReplicatedMergeTree` tables. Faster recovery of the ZooKeeper session ([#2597](#)).
- The `format_version.txt` file for `MergeTree` tables is re-created if it is missing, which makes sense if ClickHouse is launched after copying the directory structure without files ([Ciprian Hacman](#)).

#### BUG FIXES:

- Fixed a bug when working with ZooKeeper that could make it impossible to recover the session and readonly states of tables before restarting the server.
- Fixed a bug when working with ZooKeeper that could result in old nodes not being deleted if the session is interrupted.
- Fixed an error in the `quantileTDigest` function for Float arguments (this bug was introduced in version 1.1.54388) ([Mikhail Surin](#)).
- Fixed a bug in the index for MergeTree tables if the primary key column is located inside the function for converting types between signed and unsigned integers of the same size ([#2603](#)).
- Fixed segfault if `macros` are used but they aren't in the config file ([#2570](#)).
- Fixed switching to the default database when reconnecting the client ([#2583](#)).
- Fixed a bug that occurred when the `use_index_for_in_with_subqueries` setting was disabled.

#### **SECURITY FIX:**

- Sending files is no longer possible when connected to MySQL (`LOAD DATA LOCAL INFILE`).

### **ClickHouse release 1.1.54388, 2018-06-28**

#### **NEW FEATURES:**

- Support for the `ALTER TABLE t DELETE WHERE` query for replicated tables. Added the `system.mutations` table to track progress of this type of queries.
- Support for the `ALTER TABLE t [REPLACE|ATTACH] PARTITION` query for \*MergeTree tables.
- Support for the `TRUNCATE TABLE` query ([Winter Zhang](#))
- Several new `SYSTEM` queries for replicated tables (`RESTART REPLICAS`, `SYNC REPLICA`, `[STOP|START]` [`MERGES|FETCHES|SENDS REPLICATED|REPLICATION QUEUES`]).
- Added the ability to write to a table with the MySQL engine and the corresponding table function ([sundy-li](#)).
- Added the `url()` table function and the `URL` table engine ([Alexander Sapin](#)).
- Added the `windowFunnel` aggregate function ([sundy-li](#)).
- New `startsWith` and `endsWith` functions for strings ([Vadim Plakhtinsky](#)).
- The `numbers()` table function now allows you to specify the offset ([Winter Zhang](#)).
- The password to `clickhouse-client` can be entered interactively.
- Server logs can now be sent to syslog ([Alexander Krasheninnikov](#)).
- Support for logging in dictionaries with a shared library source ([Alexander Sapin](#)).
- Support for custom CSV delimiters ([Ivan Zhukov](#))
- Added the `date_time_input_format` setting. If you switch this setting to 'best\_effort', DateTime values will be read in a wide range of formats.
- Added the `clickhouse-obfuscator` utility for data obfuscation. Usage example: publishing data used in performance tests.

#### **EXPERIMENTAL FEATURES:**

- Added the ability to calculate `and` arguments only where they are needed ([Anastasia Tsarkova](#))
- JIT compilation to native code is now available for some expressions ([pyos](#)).

#### **BUG FIXES:**

- Duplicates no longer appear for a query with `DISTINCT` and `ORDER BY`.
- Queries with `ARRAY JOIN` and `arrayFilter` no longer return an incorrect result.

- Fixed an error when reading an array column from a Nested structure ([#2066](#)).
- Fixed an error when analyzing queries with a HAVING clause like `HAVING tuple IN (...)`.
- Fixed an error when analyzing queries with recursive aliases.
- Fixed an error when reading from ReplacingMergeTree with a condition in PREWHERE that filters all rows ([#2525](#)).
- User profile settings were not applied when using sessions in the HTTP interface.
- Fixed how settings are applied from the command line parameters in clickhouse-local.
- The ZooKeeper client library now uses the session timeout received from the server.
- Fixed a bug in the ZooKeeper client library when the client waited for the server response longer than the timeout.
- Fixed pruning of parts for queries with conditions on partition key columns ([#2342](#)).
- Merges are now possible after `CLEAR COLUMN IN PARTITION` ([#2315](#)).
- Type mapping in the ODBC table function has been fixed ([sundy-li](#)).
- Type comparisons have been fixed for `DateTime` with and without the time zone ([Alexander Bocharov](#)).
- Fixed syntactic parsing and formatting of the `CAST` operator.
- Fixed insertion into a materialized view for the Distributed table engine ([Babacar Diassé](#)).
- Fixed a race condition when writing data from the `Kafka` engine to materialized views ([Yangkuan Liu](#)).
- Fixed SSRF in the `remote()` table function.
- Fixed exit behavior of `clickhouse-client` in multiline mode ([#2510](#)).

#### **IMPROVEMENTS:**

- Background tasks in replicated tables are now performed in a thread pool instead of in separate threads ([Silviu Caragea](#)).
- Improved LZ4 compression performance.
- Faster analysis for queries with a large number of JOINs and sub-queries.
- The DNS cache is now updated automatically when there are too many network errors.
- Table inserts no longer occur if the insert into one of the materialized views is not possible because it has too many parts.
- Corrected the discrepancy in the event counters `Query`, `SelectQuery`, and `InsertQuery`.
- Expressions like `tuple IN (SELECT tuple)` are allowed if the tuple types match.
- A server with replicated tables can start even if you haven't configured ZooKeeper.
- When calculating the number of available CPU cores, limits on cgroups are now taken into account ([Atri Sharma](#)).
- Added chown for config directories in the systemd config file ([Mikhail Shiryaev](#)).

#### **BUILD CHANGES:**

- The gcc8 compiler can be used for builds.
- Added the ability to build llvm from submodule.
- The version of the librdkafka library has been updated to v0.11.4.
- Added the ability to use the system libcpuid library. The library version has been updated to 0.4.0.
- Fixed the build using the vectorclass library ([Babacar Diassé](#)).
- Cmake now generates files for ninja by default (like when using `-G Ninja`).
- Added the ability to use the libtinfo library instead of libtermcap ([Georgy Kondratiev](#)).
- Fixed a header file conflict in Fedora Rawhide ([#2520](#)).

## **BACKWARD INCOMPATIBLE CHANGES:**

- Removed escaping in `Vertical` and `Pretty*` formats and deleted the `VerticalRaw` format.
- If servers with version 1.1.54388 (or newer) and servers with an older version are used simultaneously in a distributed query and the query has the `cast(x, 'Type')` expression without the `AS` keyword and doesn't have the word `cast` in uppercase, an exception will be thrown with a message like `Not found column cast(0, 'UInt8') in block`. Solution: Update the server on the entire cluster.

## **ClickHouse release 1.1.54385, 2018-06-01**

### **BUG FIXES:**

- Fixed an error that in some cases caused ZooKeeper operations to block.

## **ClickHouse release 1.1.54383, 2018-05-22**

### **BUG FIXES:**

- Fixed a slowdown of replication queue if a table has many replicas.

## **ClickHouse release 1.1.54381, 2018-05-14**

### **BUG FIXES:**

- Fixed a nodes leak in ZooKeeper when ClickHouse loses connection to ZooKeeper server.

## **ClickHouse release 1.1.54380, 2018-04-21**

### **NEW FEATURES:**

- Added the table function `file(path, format, structure)`. An example reading bytes from `/dev/urandom`: `In -s /dev/urandom /var/lib/clickhouse/user_files/random`clickhouse-client -q "SELECT * FROM file('random', 'RowBinary', 'd UInt8') LIMIT 10"`.

### **IMPROVEMENTS:**

- Subqueries can be wrapped in `()` brackets to enhance query readability. For example: `(SELECT 1) UNION ALL (SELECT 1)`.
- Simple `SELECT` queries from the `system.processes` table are not included in the `max_concurrent_queries` limit.

### **BUG FIXES:**

- Fixed incorrect behavior of the `IN` operator when select from `MATERIALIZED VIEW`.
- Fixed incorrect filtering by partition index in expressions like `partition_key_column IN (...)`.
- Fixed inability to execute `OPTIMIZE` query on non-leader replica if `RENAME` was performed on the table.
- Fixed the authorization error when executing `OPTIMIZE` or `ALTER` queries on a non-leader replica.
- Fixed freezing of `KILL QUERY`.
- Fixed an error in ZooKeeper client library which led to loss of watches, freezing of distributed DDL queue, and slowdowns in the replication queue if a non-empty `chroot` prefix is used in the ZooKeeper configuration.

### **BACKWARD INCOMPATIBLE CHANGES:**

- Removed support for expressions like `(a, b) IN (SELECT (a, b))` (you can use the equivalent expression `(a, b) IN (SELECT a, b)`). In previous releases, these expressions led to undetermined `WHERE` filtering or caused errors.

## **ClickHouse release 1.1.54378, 2018-04-16**

### **NEW FEATURES:**

- Logging level can be changed without restarting the server.

- Added the `SHOW CREATE DATABASE` query.
- The `query_id` can be passed to `clickhouse-client` (elBroom).
- New setting: `max_network_bandwidth_for_all_users`.
- Added support for `ALTER TABLE ... PARTITION ...` for `MATERIALIZED VIEW`.
- Added information about the size of data parts in uncompressed form in the system table.
- Server-to-server encryption support for distributed tables (`<secure>1</secure>` in the replica config in `<remote_servers>`).
- Configuration of the table level for the `ReplicatedMergeTree` family in order to minimize the amount of data stored in Zookeeper:: `use_minimalistic_checksums_in_zookeeper = 1`
- Configuration of the `clickhouse-client` prompt. By default, server names are now output to the prompt. The server's display name can be changed. It's also sent in the `X-ClickHouse-Display-Name` HTTP header (Kirill Shvakov).
- Multiple comma-separated topics can be specified for the `Kafka` engine (Tobias Adamson)
- When a query is stopped by `KILL QUERY` or `replace_running_query`, the client receives the `Query was canceled` exception instead of an incomplete result.

#### **IMPROVEMENTS:**

- `ALTER TABLE ... DROP/DETACH PARTITION` queries are run at the front of the replication queue.
- `SELECT ... FINAL` and `OPTIMIZE ... FINAL` can be used even when the table has a single data part.
- A `query_log` table is recreated on the fly if it was deleted manually (Kirill Shvakov).
- The `lengthUTF8` function runs faster (zhang2014).
- Improved performance of synchronous inserts in `Distributed tables` (`insert_distributed_sync = 1`) when there is a very large number of shards.
- The server accepts the `send_timeout` and `receive_timeout` settings from the client and applies them when connecting to the client (they are applied in reverse order: the server socket's `send_timeout` is set to the `receive_timeout` value received from the client, and vice versa).
- More robust crash recovery for asynchronous insertion into `Distributed tables`.
- The return type of the `countEqual` function changed from `UInt32` to `UInt64` (谢磊).

#### **BUG FIXES:**

- Fixed an error with `IN` when the left side of the expression is `Nullable`.
- Correct results are now returned when using tuples with `IN` when some of the tuple components are in the table index.
- The `max_execution_time` limit now works correctly with distributed queries.
- Fixed errors when calculating the size of composite columns in the `system.columns` table.
- Fixed an error when creating a temporary table `CREATE TEMPORARY TABLE IF NOT EXISTS`.
- Fixed errors in `StorageKafka` (#2075)
- Fixed server crashes from invalid arguments of certain aggregate functions.
- Fixed the error that prevented the `DETACH DATABASE` query from stopping background tasks for `ReplicatedMergeTree` tables.
- Too many parts state is less likely to happen when inserting into aggregated materialized views (#2084).
- Corrected recursive handling of substitutions in the config if a substitution must be followed by another substitution on the same level.
- Corrected the syntax in the metadata file when creating a `VIEW` that uses a query with `UNION ALL`.

- `SummingMergeTree` now works correctly for summation of nested data structures with a composite key.
- Fixed the possibility of a race condition when choosing the leader for `ReplicatedMergeTree` tables.

#### **BUILD CHANGES:**

- The build supports `ninja` instead of `make` and uses `ninja` by default for building releases.
- Renamed packages: `clickhouse-server-base` in `clickhouse-common-static`; `clickhouse-server-common` in `clickhouse-server`; `clickhouse-common-dbg` in `clickhouse-common-static-dbg`. To install, use `clickhouse-server` `clickhouse-client`. Packages with the old names will still load in the repositories for backward compatibility.

#### **BACKWARD INCOMPATIBLE CHANGES:**

- Removed the special interpretation of an IN expression if an array is specified on the left side. Previously, the expression `arr IN (set)` was interpreted as "at least one `arr` element belongs to the `set`". To get the same behavior in the new version, write `arrayExists(x -> x IN (set), arr)`.
- Disabled the incorrect use of the socket option `SO_REUSEPORT`, which was incorrectly enabled by default in the Poco library. Note that on Linux there is no longer any reason to simultaneously specify the addresses `::` and `0.0.0.0` for `listen` – use just `::`, which allows listening to the connection both over IPv4 and IPv6 (with the default kernel config settings). You can also revert to the behavior from previous versions by specifying `<listen_reuse_port>1</listen_reuse_port>` in the config.

### **ClickHouse release 1.1.54370, 2018-03-16**

#### **NEW FEATURES:**

- Added the `system.macros` table and auto updating of macros when the config file is changed.
- Added the `SYSTEM RELOAD CONFIG` query.
- Added the `maxIntersections(left_col, right_col)` aggregate function, which returns the maximum number of simultaneously intersecting intervals `[left; right]`. The `maxIntersectionsPosition(left, right)` function returns the beginning of the "maximum" interval. ([Michael Furmur](#)).

#### **IMPROVEMENTS:**

- When inserting data in a `Replicated` table, fewer requests are made to `ZooKeeper` (and most of the user-level errors have disappeared from the `ZooKeeper` log).
- Added the ability to create aliases for data sets. Example: `WITH (1, 2, 3) AS set SELECT number IN set FROM system.numbers LIMIT 10`.

#### **BUG FIXES:**

- Fixed the `Illegal PREWHERE` error when reading from Merge tables for `Distributed` tables.
- Added fixes that allow you to start `clickhouse-server` in IPv4-only Docker containers.
- Fixed a race condition when reading from `system` `system.parts_columns` tables.
- Removed double buffering during a synchronous insert to a `Distributed` table, which could have caused the connection to timeout.
- Fixed a bug that caused excessively long waits for an unavailable replica before beginning a `SELECT` query.
- Fixed incorrect dates in the `system.parts` table.
- Fixed a bug that made it impossible to insert data in a `Replicated` table if `chroot` was non-empty in the configuration of the `ZooKeeper` cluster.
- Fixed the vertical merging algorithm for an empty `ORDER BY` table.
- Restored the ability to use dictionaries in queries to remote tables, even if these dictionaries are not present on the requestor server. This functionality was lost in release 1.1.54362.

- Restored the behavior for queries like `SELECT * FROM remote('server2', default.table) WHERE col IN (SELECT col2 FROM default.table)` when the right side of the `IN` should use a remote `default.table` instead of a local one. This behavior was broken in version 1.1.54358.
- Removed extraneous error-level logging of `Not found column ... in block`.

## **Clickhouse Release 1.1.54362, 2018-03-11**

### **NEW FEATURES:**

- Aggregation without `GROUP BY` for an empty set (such as `SELECT count(*) FROM table WHERE 0`) now returns a result with one row with null values for aggregate functions, in compliance with the SQL standard. To restore the old behavior (return an empty result), set `empty_result_for_aggregation_by_empty_set` to 1.
- Added type conversion for `UNION ALL`. Different alias names are allowed in `SELECT` positions in `UNION ALL`, in compliance with the SQL standard.
- Arbitrary expressions are supported in `LIMIT BY` clauses. Previously, it was only possible to use columns resulting from `SELECT`.
- An index of `MergeTree` tables is used when `IN` is applied to a tuple of expressions from the columns of the primary key. Example: `WHERE (UserID, EventDate) IN ((123, '2000-01-01'), ...)` (Anastasiya Tsarkova).
- Added the `clickhouse-copier` tool for copying between clusters and resharding data (beta).
- Added consistent hashing functions: `yandexConsistentHash`, `jumpConsistentHash`, `sumburConsistentHash`. They can be used as a sharding key in order to reduce the amount of network traffic during subsequent reshardings.
- Added functions: `arrayAny`, `arrayAll`, `hasAny`, `hasAll`, `arrayIntersect`, `arrayResize`.
- Added the `arrayCumSum` function (Javi Santana).
- Added the `parseDateTimeBestEffort`, `parseDateTimeBestEffortOrZero`, and `parseDateTimeBestEffortOrNull` functions to read the `DateTime` from a string containing text in a wide variety of possible formats.
- Data can be partially reloaded from external dictionaries during updating (load just the records in which the value of the specified field greater than in the previous download) (Arsen Hakobyan).
- Added the `cluster` table function. Example: `cluster(cluster_name, db, table)`. The `remote` table function can accept the cluster name as the first argument, if it is specified as an identifier.
- The `remote` and `cluster` table functions can be used in `INSERT` queries.
- Added the `create_table_query` and `engine_full` virtual columns to the `system.tables` table. The `metadata_modification_time` column is virtual.
- Added the `data_path` and `metadata_path` columns to `system.tables` and `system.databases` tables, and added the `path` column to the `system.parts` and `system.parts_columns` tables.
- Added additional information about merges in the `system.part_log` table.
- An arbitrary partitioning key can be used for the `system.query_log` table (Kirill Shvakov).
- The `SHOW TABLES` query now also shows temporary tables. Added temporary tables and the `is_temporary` column to `system.tables` (zhang2014).
- Added `DROP TEMPORARY TABLE` and `EXISTS TEMPORARY TABLE` queries (zhang2014).
- Support for `SHOW CREATE TABLE` for temporary tables (zhang2014).
- Added the `system_profile` configuration parameter for the settings used by internal processes.
- Support for loading `object_id` as an attribute in `MongoDB` dictionaries (Pavel Litvinenko).
- Reading `null` as the default value when loading data for an external dictionary with the `MongoDB` source (Pavel Litvinenko).
- Reading `DateTime` values in the `Values` format from a Unix timestamp without single quotes.
- Failover is supported in `remote` table functions for cases when some of the replicas are missing the requested table.

- Configuration settings can be overridden in the command line when you run `clickhouse-server`. Example: `clickhouse-server -- --logger.level=information`.
- Implemented the `empty` function from a `FixedString` argument: the function returns 1 if the string consists entirely of null bytes (zhang2014).
- Added the `listen_try` configuration parameter for listening to at least one of the listen addresses without quitting, if some of the addresses can't be listened to (useful for systems with disabled support for IPv4 or IPv6).
- Added the `VersionedCollapsingMergeTree` table engine.
- Support for rows and arbitrary numeric types for the `library` dictionary source.
- `MergeTree` tables can be used without a primary key (you need to specify `ORDER BY tuple()`).
- A `Nullable` type can be `CAST` to a non-`Nullable` type if the argument is not `NULL`.
- `RENAME TABLE` can be performed for `VIEW`.
- Added the `throwIf` function.
- Added the `odbc_default_field_size` option, which allows you to extend the maximum size of the value loaded from an ODBC source (by default, it is 1024).
- The `system.processes` table and `SHOW PROCESSLIST` now have the `is_cancelled` and `peak_memory_usage` columns.

#### **IMPROVEMENTS:**

- Limits and quotas on the result are no longer applied to intermediate data for `INSERT SELECT` queries or for `SELECT` subqueries.
- Fewer false triggers of `force_restore_data` when checking the status of `Replicated` tables when the server starts.
- Added the `allow_distributed_ddl` option.
- Nondeterministic functions are not allowed in expressions for `MergeTree` table keys.
- Files with substitutions from `config.d` directories are loaded in alphabetical order.
- Improved performance of the `arrayElement` function in the case of a constant multidimensional array with an empty array as one of the elements. Example: `[[1], []][x]`.
- The server starts faster now when using configuration files with very large substitutions (for instance, very large lists of IP networks).
- When running a query, table valued functions run once. Previously, `remote` and `mysql` table valued functions performed the same query twice to retrieve the table structure from a remote server.
- The `MkDocs` documentation generator is used.
- When you try to delete a table column that `DEFAULT / MATERIALIZED` expressions of other columns depend on, an exception is thrown (zhang2014).
- Added the ability to parse an empty line in text formats as the number 0 for `Float` data types. This feature was previously available but was lost in release 1.1.54342.
- `Enum` values can be used in `min`, `max`, `sum` and some other functions. In these cases, it uses the corresponding numeric values. This feature was previously available but was lost in the release 1.1.54337.
- Added `max_expanded_ast_elements` to restrict the size of the AST after recursively expanding aliases.

#### **BUG FIXES:**

- Fixed cases when unnecessary columns were removed from subqueries in error, or not removed from subqueries containing `UNION ALL`.
- Fixed a bug in merges for `ReplacingMergeTree` tables.
- Fixed synchronous insertions in `Distributed` tables (`insert_distributed_sync = 1`).

- Fixed segfault for certain uses of `FULL` and `RIGHT JOIN` with duplicate columns in subqueries.
- Fixed segfault for certain uses of `replace_running_query` and `KILL QUERY`.
- Fixed the order of the `source` and `last_exception` columns in the `system.dictionaries` table.
- Fixed a bug when the `DROP DATABASE` query did not delete the file with metadata.
- Fixed the `DROP DATABASE` query for Dictionary databases.
- Fixed the low precision of `uniqHLL12` and `uniqCombined` functions for cardinalities greater than 100 million items (Alex Bocharov).
- Fixed the calculation of implicit default values when necessary to simultaneously calculate default explicit expressions in `INSERT` queries (zhang2014).
- Fixed a rare case when a query to a MergeTree table couldn't finish (chenxing-xc).
- Fixed a crash that occurred when running a `CHECK` query for `Distributed` tables if all shards are local (chenxing.xc).
- Fixed a slight performance regression with functions that use regular expressions.
- Fixed a performance regression when creating multidimensional arrays from complex expressions.
- Fixed a bug that could cause an extra `FORMAT` section to appear in an `.sql` file with metadata.
- Fixed a bug that caused the `max_table_size_to_drop` limit to apply when trying to delete a `MATERIALIZED VIEW` looking at an explicitly specified table.
- Fixed incompatibility with old clients (old clients were sometimes sent data with the `DateTime('timezone')` type, which they do not understand).
- Fixed a bug when reading `Nested` column elements of structures that were added using `ALTER` but that are empty for the old partitions, when the conditions for these columns moved to `PREWHERE`.
- Fixed a bug when filtering tables by virtual `_table` columns in queries to `Merge` tables.
- Fixed a bug when using `ALIAS` columns in `Distributed` tables.
- Fixed a bug that made dynamic compilation impossible for queries with aggregate functions from the `quantile` family.
- Fixed a race condition in the query execution pipeline that occurred in very rare cases when using `Merge` tables with a large number of tables, and when using `GLOBAL` subqueries.
- Fixed a crash when passing arrays of different sizes to an `arrayReduce` function when using aggregate functions from multiple arguments.
- Prohibited the use of queries with `UNION ALL` in a `MATERIALIZED VIEW`.
- Fixed an error during initialization of the `part_log` system table when the server starts (by default, `part_log` is disabled).

#### **BACKWARD INCOMPATIBLE CHANGES:**

- Removed the `distributed_ddl_allow_replicated_alter` option. This behavior is enabled by default.
- Removed the `strict_insert_defaults` setting. If you were using this functionality, write to `clickhouse-feedback@yandex-team.com`.
- Removed the `UnsortedMergeTree` engine.

#### **Clickhouse Release 1.1.54343, 2018-02-05**

- Added macros support for defining cluster names in distributed DDL queries and constructors of Distributed tables: `CREATE TABLE distr ON CLUSTER '{cluster}' (...) ENGINE = Distributed('{cluster}', 'db', 'table')`.
- Now queries like `SELECT ... FROM table WHERE expr IN (subquery)` are processed using the `table` index.
- Improved processing of duplicates when inserting to Replicated tables, so they no longer slow down execution of the replication queue.

## **Clickhouse Release 1.1.54342, 2018-01-22**

This release contains bug fixes for the previous release 1.1.54337:

- Fixed a regression in 1.1.54337: if the default user has readonly access, then the server refuses to start up with the message `Cannot create database in readonly mode`.
- Fixed a regression in 1.1.54337: on systems with systemd, logs are always written to syslog regardless of the configuration; the watchdog script still uses init.d.
- Fixed a regression in 1.1.54337: wrong default configuration in the Docker image.
- Fixed nondeterministic behavior of GraphiteMergeTree (you can see it in log messages `Data after merge is not byte-identical to the data on another replicas`).
- Fixed a bug that may lead to inconsistent merges after OPTIMIZE query to Replicated tables (you may see it in log messages `Part ... intersects the previous part`).
- Buffer tables now work correctly when MATERIALIZED columns are present in the destination table (by zhang2014).
- Fixed a bug in implementation of NULL.

## **Clickhouse Release 1.1.54337, 2018-01-18**

### **NEW FEATURES:**

- Added support for storage of multi-dimensional arrays and tuples (`Tuple` data type) in tables.
- Support for table functions for `DESCRIBE` and `INSERT` queries. Added support for subqueries in `DESCRIBE`.  
Examples: `DESC TABLE remote('host', default.hits);` `DESC TABLE (SELECT 1);` `INSERT INTO TABLE FUNCTION remote('host', default.hits)`. Support for `INSERT INTO TABLE` in addition to `INSERT INTO`.
- Improved support for time zones. The `DateTime` data type can be annotated with the timezone that is used for parsing and formatting in text formats. Example: `DateTime('Europe/Moscow')`. When timezones are specified in functions for `DateTime` arguments, the return type will track the timezone, and the value will be displayed as expected.
- Added the functions `toTimeZone`, `timeDiff`, `toQuarter`, `toRelativeQuarterNum`. The `toRelativeHour` / `Minute` / `Second` functions can take a value of type `Date` as an argument. The `now` function name is case-sensitive.
- Added the `toStartOfFifteenMinutes` function (Kirill Shvakov).
- Added the `clickhouse format` tool for formatting queries.
- Added the `format_schema_path` configuration parameter (Marek Vavruša). It is used for specifying a schema in `Cap'n Proto` format. Schema files can be located only in the specified directory.
- Added support for config substitutions (`incl` and `conf.d`) for configuration of external dictionaries and models (Pavel Yakunin).
- Added a column with documentation for the `system.settings` table (Kirill Shvakov).
- Added the `system.parts_columns` table with information about column sizes in each data part of `MergeTree` tables.
- Added the `system.models` table with information about loaded `CatBoost` machine learning models.
- Added the `mysql` and `odbc` table function and corresponding `MySQL` and `ODBC` table engines for accessing remote databases. This functionality is in the beta stage.
- Added the possibility to pass an argument of type `AggregateFunction` for the `groupArray` aggregate function (so you can create an array of states of some aggregate function).
- Removed restrictions on various combinations of aggregate function combinator. For example, you can use `avgForEachIf` as well as `avgIfForEach` aggregate functions, which have different behaviors.
- The `-ForEach` aggregate function combinator is extended for the case of aggregate functions of multiple arguments.

- Added support for aggregate functions of `Nullable` arguments even for cases when the function returns a non-`Nullable` result (added with the contribution of Silviu Caragea). Example: `groupArray`, `groupUniqArray`, `topK`.
- Added the `max_client_network_bandwidth` for `clickhouse-client` (Kirill Shvakov).
- Users with the `readonly = 2` setting are allowed to work with TEMPORARY tables (CREATE, DROP, INSERT...) (Kirill Shvakov).
- Added support for using multiple consumers with the `Kafka` engine. Extended configuration options for `Kafka` (Marek Vavruša).
- Added the `intExp3` and `intExp4` functions.
- Added the `sumKahan` aggregate function.
- Added the `to * Number OrNull functions`, where `* Number` is a numeric type.
- Added support for `WITH` clauses for an `INSERT SELECT` query (author: zhang2014).
- Added settings: `http_connection_timeout`, `http_send_timeout`, `http_receive_timeout`. In particular, these settings are used for downloading data parts for replication. Changing these settings allows for faster failover if the network is overloaded.
- Added support for `ALTER` for tables of type `Null` (Anastasiya Tsarkova).
- The `reinterpretAsString` function is extended for all data types that are stored contiguously in memory.
- Added the `--silent` option for the `clickhouse-local` tool. It suppresses printing query execution info in stderr.
- Added support for reading values of type `Date` from text in a format where the month and/or day of the month is specified using a single digit instead of two digits (Amos Bird).

#### **PERFORMANCE OPTIMIZATIONS:**

- Improved performance of aggregate functions `min`, `max`, `any`, `anyLast`, `anyHeavy`, `argMin`, `argMax` from string arguments.
- Improved performance of the functions `isInfinite`, `isFinite`, `isNaN`, `roundToExp2`.
- Improved performance of parsing and formatting `Date` and `DateTime` type values in text format.
- Improved performance and precision of parsing floating point numbers.
- Lowered memory usage for `JOIN` in the case when the left and right parts have columns with identical names that are not contained in `USING`.
- Improved performance of aggregate functions `varSamp`, `varPop`, `stddevSamp`, `stddevPop`, `covarSamp`, `covarPop`, `corr` by reducing computational stability. The old functions are available under the names `varSampStable`, `varPopStable`, `stddevSampStable`, `stddevPopStable`, `covarSampStable`, `covarPopStable`, `corrStable`.

#### **BUG FIXES:**

- Fixed data deduplication after running a `DROP` or `DETACH PARTITION` query. In the previous version, dropping a partition and inserting the same data again was not working because inserted blocks were considered duplicates.
- Fixed a bug that could lead to incorrect interpretation of the `WHERE` clause for `CREATE MATERIALIZED VIEW` queries with `POPULATE`.
- Fixed a bug in using the `root_path` parameter in the `zookeeper_servers` configuration.
- Fixed unexpected results of passing the `Date` argument to `toStartOfDay`.
- Fixed the `addMonths` and `subtractMonths` functions and the arithmetic for `INTERVAL n MONTH` in cases when the result has the previous year.
- Added missing support for the `UUID` data type for `DISTINCT`, `JOIN`, and `uniq` aggregate functions and external dictionaries (Evgeniy Ivanov). Support for `UUID` is still incomplete.
- Fixed `SummingMergeTree` behavior in cases when the rows summed to zero.

- Various fixes for the `Kafka` engine (Marek Vavruša).
- Fixed incorrect behavior of the `Join` table engine (Amos Bird).
- Fixed incorrect allocator behavior under FreeBSD and OS X.
- The `extractAll` function now supports empty matches.
- Fixed an error that blocked usage of `libressl` instead of `openssl`.
- Fixed the `CREATE TABLE AS SELECT` query from temporary tables.
- Fixed non-atomicity of updating the replication queue. This could lead to replicas being out of sync until the server restarts.
- Fixed possible overflow in `gcd`, `lcm` and `modulo` (`%` operator) (Maks Skorokhod).
- `-preprocessed` files are now created after changing `umask` (`umask` can be changed in the config).
- Fixed a bug in the background check of parts (`MergeTreePartChecker`) when using a custom partition key.
- Fixed parsing of tuples (values of the `Tuple` data type) in text formats.
- Improved error messages about incompatible types passed to `multilif`, `array` and some other functions.
- Redesigned support for `Nullable` types. Fixed bugs that may lead to a server crash. Fixed almost all other bugs related to `NULL` support: incorrect type conversions in `INSERT SELECT`, insufficient support for `Nullable` in `HAVING` and `PREWHERE`, `join_use_nulls` mode, `Nullable` types as arguments of `OR` operator, etc.
- Fixed various bugs related to internal semantics of data types. Examples: unnecessary summing of `Enum` type fields in `SummingMergeTree`; alignment of `Enum` types in `Pretty` formats, etc.
- Stricter checks for allowed combinations of composite columns.
- Fixed the overflow when specifying a very large parameter for the `FixedString` data type.
- Fixed a bug in the `topK` aggregate function in a generic case.
- Added the missing check for equality of array sizes in arguments of n-ary variants of aggregate functions with an `Array` combinator.
- Fixed a bug in `--pager` for `clickhouse-client` (author: ks1322).
- Fixed the precision of the `exp10` function.
- Fixed the behavior of the `visitParamExtract` function for better compliance with documentation.
- Fixed the crash when incorrect data types are specified.
- Fixed the behavior of `DISTINCT` in the case when all columns are constants.
- Fixed query formatting in the case of using the `tupleElement` function with a complex constant expression as the tuple element index.
- Fixed a bug in `Dictionary` tables for `range_hashed` dictionaries.
- Fixed a bug that leads to excessive rows in the result of `FULL` and `RIGHT JOIN` (Amos Bird).
- Fixed a server crash when creating and removing temporary files in `config.d` directories during config reload.
- Fixed the `SYSTEM DROP DNS CACHE` query: the cache was flushed but addresses of cluster nodes were not updated.
- Fixed the behavior of `MATERIALIZED VIEW` after executing `DETACH TABLE` for the table under the view (Marek Vavruša).

#### **BUILD IMPROVEMENTS:**

- The `pbuilder` tool is used for builds. The build process is almost completely independent of the build host environment.
- A single build is used for different OS versions. Packages and binaries have been made compatible with a wide range of Linux systems.

- Added the `clickhouse-test` package. It can be used to run functional tests.
- The source tarball can now be published to the repository. It can be used to reproduce the build without using GitHub.
- Added limited integration with Travis CI. Due to limits on build time in Travis, only the debug build is tested and a limited subset of tests are run.
- Added support for `Cap'nProto` in the default build.
- Changed the format of documentation sources from `Restricted Text` to `Markdown`.
- Added support for `systemd` (Vladimir Smirnov). It is disabled by default due to incompatibility with some OS images and can be enabled manually.
- For dynamic code generation, `clang` and `lld` are embedded into the `clickhouse` binary. They can also be invoked as `clickhouse clang` and `clickhouse lld`.
- Removed usage of GNU extensions from the code. Enabled the `-Wextra` option. When building with `clang` the default is `libc++` instead of `libstdc++`.
- Extracted `clickhouse_parsers` and `clickhouse_common_io` libraries to speed up builds of various tools.

#### **BACKWARD INCOMPATIBLE CHANGES:**

- The format for marks in `Log` type tables that contain `Nullable` columns was changed in a backward incompatible way. If you have these tables, you should convert them to the `TinyLog` type before starting up the new server version. To do this, replace `ENGINE = Log` with `ENGINE = TinyLog` in the corresponding `.sql` file in the `metadata` directory. If your table doesn't have `Nullable` columns or if the type of your table is not `Log`, then you don't need to do anything.
- Removed the `experimental_allow_extended_storage_definition_syntax` setting. Now this feature is enabled by default.
- The `runningIncome` function was renamed to `runningDifferenceStartingWithFirstValue` to avoid confusion.
- Removed the `FROM ARRAY JOIN arr` syntax when `ARRAY JOIN` is specified directly after `FROM` with no table (Amos Bird).
- Removed the `BlockTabSeparated` format that was used solely for demonstration purposes.
- Changed the state format for aggregate functions `varSamp`, `varPop`, `stddevSamp`, `stddevPop`, `covarSamp`, `covarPop`, `corr`. If you have stored states of these aggregate functions in tables (using the `AggregateFunction` data type or materialized views with corresponding states), please write to `clickhouse-feedback@yandex-team.com`.
- In previous server versions there was an undocumented feature: if an aggregate function depends on parameters, you can still specify it without parameters in the `AggregateFunction` data type. Example: `AggregateFunction(quantiles, UInt64)` instead of `AggregateFunction(quantiles(0.5, 0.9), UInt64)`. This feature was lost. Although it was undocumented, we plan to support it again in future releases.
- Enum data types cannot be used in min/max aggregate functions. This ability will be returned in the next release.

#### **PLEASE NOTE WHEN UPGRADING:**

- When doing a rolling update on a cluster, at the point when some of the replicas are running the old version of ClickHouse and some are running the new version, replication is temporarily stopped and the message `unknown parameter 'shard'` appears in the log. Replication will continue after all replicas of the cluster are updated.
- If different versions of ClickHouse are running on the cluster servers, it is possible that distributed queries using the following functions will have incorrect results: `varSamp`, `varPop`, `stddevSamp`, `stddevPop`, `covarSamp`, `covarPop`, `corr`. You should update all cluster nodes.

#### **ClickHouse release 1.1.54327, 2017-12-21**

This release contains bug fixes for the previous release 1.1.54318:

- Fixed bug with possible race condition in replication that could lead to data loss. This issue affects versions 1.1.54310 and 1.1.54318. If you use one of these versions with Replicated tables, the update is strongly recommended. This issue shows in logs in Warning messages like Part ... from own log doesn't exist. The issue is relevant even if you don't see these messages in logs.

## **ClickHouse release 1.1.54318, 2017-11-30**

This release contains bug fixes for the previous release 1.1.54310:

- Fixed incorrect row deletions during merges in the SummingMergeTree engine
- Fixed a memory leak in unreplicated MergeTree engines
- Fixed performance degradation with frequent inserts in MergeTree engines
- Fixed an issue that was causing the replication queue to stop running
- Fixed rotation and archiving of server logs

## **ClickHouse release 1.1.54310, 2017-11-01**

### **NEW FEATURES:**

- Custom partitioning key for the MergeTree family of table engines.
- [Kafka](#) table engine.
- Added support for loading [CatBoost](#) models and applying them to data stored in ClickHouse.
- Added support for time zones with non-integer offsets from UTC.
- Added support for arithmetic operations with time intervals.
- The range of values for the Date and DateTime types is extended to the year 2105.
- Added the `CREATE MATERIALIZED VIEW x TO y` query (specifies an existing table for storing the data of a materialized view).
- Added the `ATTACH TABLE` query without arguments.
- The processing logic for Nested columns with names ending in -Map in a SummingMergeTree table was extracted to the sumMap aggregate function. You can now specify such columns explicitly.
- Max size of the IP trie dictionary is increased to 128M entries.
- Added the `getSizeOfEnumType` function.
- Added the `sumWithOverflow` aggregate function.
- Added support for the Cap'n Proto input format.
- You can now customize compression level when using the zstd algorithm.

### **BACKWARD INCOMPATIBLE CHANGES:**

- Creation of temporary tables with an engine other than Memory is not allowed.
- Explicit creation of tables with the View or MaterializedView engine is not allowed.
- During table creation, a new check verifies that the sampling key expression is included in the primary key.

### **BUG FIXES:**

- Fixed hangups when synchronously inserting into a Distributed table.
- Fixed nonatomic adding and removing of parts in Replicated tables.
- Data inserted into a materialized view is not subjected to unnecessary deduplication.
- Executing a query to a Distributed table for which the local replica is lagging and remote replicas are unavailable does not result in an error anymore.

- Users don't need access permissions to the `default` database to create temporary tables anymore.
- Fixed crashing when specifying the `Array` type without arguments.
- Fixed hangups when the disk volume containing server logs is full.
- Fixed an overflow in the `toRelativeWeekNum` function for the first week of the Unix epoch.

#### **BUILD IMPROVEMENTS:**

- Several third-party libraries (notably Poco) were updated and converted to git submodules.

### **ClickHouse release 1.1.54304, 2017-10-19**

#### **NEW FEATURES:**

- TLS support in the native protocol (to enable, set `tcp_ssl_port` in `config.xml` ).

#### **BUG FIXES:**

- `ALTER` for replicated tables now tries to start running as soon as possible.
- Fixed crashing when reading data with the setting `preferred_block_size_bytes=0`.
- Fixed crashes of `clickhouse-client` when pressing `Page Down`
- Correct interpretation of certain complex queries with `GLOBAL IN` and `UNION ALL`
- `FREEZE PARTITION` always works atomically now.
- Empty POST requests now return a response with code 411.
- Fixed interpretation errors for expressions like `CAST(1 AS Nullable(UInt8))`.
- Fixed an error when reading `Array(Nullable(String))` columns from `MergeTree` tables.
- Fixed crashing when parsing queries like `SELECT dummy AS dummy, dummy AS b`
- Users are updated correctly with invalid `users.xml`
- Correct handling when an executable dictionary returns a non-zero response code.

### **ClickHouse release 1.1.54292, 2017-09-20**

#### **NEW FEATURES:**

- Added the `pointInPolygon` function for working with coordinates on a coordinate plane.
- Added the `sumMap` aggregate function for calculating the sum of arrays, similar to `SummingMergeTree` .
- Added the `trunc` function. Improved performance of the rounding functions (`round` , `floor` , `ceil` , `roundToExp2` ) and corrected the logic of how they work. Changed the logic of the `roundToExp2` function for fractions and negative numbers.
- The ClickHouse executable file is now less dependent on the libc version. The same ClickHouse executable file can run on a wide variety of Linux systems. There is still a dependency when using compiled queries (with the setting `compile = 1` , which is not used by default).
- Reduced the time needed for dynamic compilation of queries.

#### **BUG FIXES:**

- Fixed an error that sometimes produced `part ... intersects previous part` messages and weakened replica consistency.
- Fixed an error that caused the server to lock up if ZooKeeper was unavailable during shutdown.
- Removed excessive logging when restoring replicas.
- Fixed an error in the `UNION ALL` implementation.
- Fixed an error in the `concat` function that occurred if the first column in a block has the `Array` type.

- Progress is now displayed correctly in the system.merges table.

## **ClickHouse release 1.1.54289, 2017-09-13**

### **NEW FEATURES:**

- SYSTEM queries for server administration: SYSTEM RELOAD DICTIONARY , SYSTEM RELOAD DICTIONARIES , SYSTEM DROP DNS CACHE , SYSTEM SHUTDOWN , SYSTEM KILL .
- Added functions for working with arrays: concat , arraySlice , arrayPushBack , arrayPushFront , arrayPopBack , arrayPopFront .
- Added root and identity parameters for the ZooKeeper configuration. This allows you to isolate individual users on the same ZooKeeper cluster.
- Added aggregate functions groupBitAnd , groupBitOr , and groupBitXor (for compatibility, they are also available under the names BIT\_AND , BIT\_OR , and BIT\_XOR ).
- External dictionaries can be loaded from MySQL by specifying a socket in the filesystem.
- External dictionaries can be loaded from MySQL over SSL ( ssl\_cert , ssl\_key , ssl\_ca parameters).
- Added the max\_network\_bandwidth\_for\_user setting to restrict the overall bandwidth use for queries per user.
- Support for DROP TABLE for temporary tables.
- Support for reading DateTime values in Unix timestamp format from the CSV and JSONEachRow formats.
- Lagging replicas in distributed queries are now excluded by default (the default threshold is 5 minutes).
- FIFO locking is used during ALTER: an ALTER query isn't blocked indefinitely for continuously running queries.
- Option to set umask in the config file.
- Improved performance for queries with DISTINCT .

### **BUG FIXES:**

- Improved the process for deleting old nodes in ZooKeeper. Previously, old nodes sometimes didn't get deleted if there were very frequent inserts, which caused the server to be slow to shut down, among other things.
- Fixed randomization when choosing hosts for the connection to ZooKeeper.
- Fixed the exclusion of lagging replicas in distributed queries if the replica is localhost.
- Fixed an error where a data part in a ReplicatedMergeTree table could be broken after running ALTER MODIFY on an element in a Nested structure.
- Fixed an error that could cause SELECT queries to "hang".
- Improvements to distributed DDL queries.
- Fixed the query CREATE TABLE ... AS <materialized view> .
- Resolved the deadlock in the ALTER ... CLEAR COLUMN IN PARTITION query for Buffer tables.
- Fixed the invalid default value for Enum s (0 instead of the minimum) when using the JSONEachRow and TSKV formats.
- Resolved the appearance of zombie processes when using a dictionary with an executable source.
- Fixed segfault for the HEAD query.

### **IMPROVED WORKFLOW FOR DEVELOPING AND ASSEMBLING CLICKHOUSE:**

- You can use pbuilder to build ClickHouse.
- You can use libc++ instead of libstdc++ for builds on Linux.
- Added instructions for using static code analysis tools: Coverage , clang-tidy , cppcheck .

### **PLEASE NOTE WHEN UPGRADING:**

- There is now a higher default value for the MergeTree setting `max_bytes_to_merge_at_max_space_in_pool` (the maximum total size of data parts to merge, in bytes): it has increased from 100 GiB to 150 GiB. This might result in large merges running after the server upgrade, which could cause an increased load on the disk subsystem. If the free space available on the server is less than twice the total amount of the merges that are running, this will cause all other merges to stop running, including merges of small data parts. As a result, INSERT queries will fail with the message "Merges are processing significantly slower than inserts." Use the `SELECT * FROM system.merges` query to monitor the situation. You can also check the `DiskSpaceReservedForMerge` metric in the `system.metrics` table, or in Graphite. You don't need to do anything to fix this, since the issue will resolve itself once the large merges finish. If you find this unacceptable, you can restore the previous value for the `max_bytes_to_merge_at_max_space_in_pool` setting. To do this, go to the section in `config.xml`, set
 

```
<merge_tree><max_bytes_to_merge_at_max_space_in_pool>107374182400</max_bytes_to_merge_at_max_space_in_pool>
```

 and restart the server.

### **ClickHouse release 1.1.54284, 2017-08-29**

- This is a bugfix release for the previous 1.1.54282 release. It fixes leaks in the parts directory in ZooKeeper.

### **ClickHouse release 1.1.54282, 2017-08-23**

This release contains bug fixes for the previous release 1.1.54276:

- Fixed `DB::Exception: Assertion violation: !_path.empty()` when inserting into a Distributed table.
- Fixed parsing when inserting in RowBinary format if input data starts with';'.
- Errors during runtime compilation of certain aggregate functions (e.g. `groupArray()` ).

### **Clickhouse Release 1.1.54276, 2017-08-16**

#### **NEW FEATURES:**

- Added an optional WITH section for a SELECT query. Example query: `WITH 1+1 AS a SELECT a, a*a`
- INSERT can be performed synchronously in a Distributed table: OK is returned only after all the data is saved on all the shards. This is activated by the setting `insert_distributed_sync=1`.
- Added the UUID data type for working with 16-byte identifiers.
- Added aliases of CHAR, FLOAT and other types for compatibility with the Tableau.
- Added the functions `toYYYYMM`, `toYYYYMMDD`, and `toYYYYMMDDhhmmss` for converting time into numbers.
- You can use IP addresses (together with the hostname) to identify servers for clustered DDL queries.
- Added support for non-constant arguments and negative offsets in the function `substring(str, pos, len)`.
- Added the `max_size` parameter for the `groupArray(max_size)(column)` aggregate function, and optimized its performance.

#### **MAIN CHANGES:**

- Security improvements: all server files are created with 0640 permissions (can be changed via config parameter).
- Improved error messages for queries with invalid syntax.
- Significantly reduced memory consumption and improved performance when merging large sections of MergeTree data.
- Significantly increased the performance of data merges for the ReplacingMergeTree engine.
- Improved performance for asynchronous inserts from a Distributed table by combining multiple source inserts. To enable this functionality, use the setting `distributed_directory_monitor_batch_inserts=1`.

#### **BACKWARD INCOMPATIBLE CHANGES:**

- Changed the binary format of aggregate states of `groupArray(array_column)` functions for arrays.

## COMPLETE LIST OF CHANGES:

- Added the `output_format_json_quote_denormals` setting, which enables outputting nan and inf values in JSON format.
- Optimized stream allocation when reading from a Distributed table.
- Settings can be configured in readonly mode if the value doesn't change.
- Added the ability to retrieve non-integer granules of the MergeTree engine in order to meet restrictions on the block size specified in the `preferred_block_size_bytes` setting. The purpose is to reduce the consumption of RAM and increase cache locality when processing queries from tables with large columns.
- Efficient use of indexes that contain expressions like `toStartOfHour(x)` for conditions like `toStartOfHour(x) op constexpr`.
- Added new settings for MergeTree engines (the `merge_tree` section in config.xml):
  - `replicated_deduplication_window_seconds` sets the number of seconds allowed for deduplicating inserts in Replicated tables.
  - `cleanup_delay_period` sets how often to start cleanup to remove outdated data.
  - `replicated_can_become_leader` can prevent a replica from becoming the leader (and assigning merges).
  - Accelerated cleanup to remove outdated data from ZooKeeper.
- Multiple improvements and fixes for clustered DDL queries. Of particular interest is the new setting `distributed_ddl_task_timeout`, which limits the time to wait for a response from the servers in the cluster. If a ddl request has not been performed on all hosts, a response will contain a timeout error and a request will be executed in an async mode.
- Improved display of stack traces in the server logs.
- Added the "none" value for the compression method.
- You can use multiple `dictionaries_config` sections in config.xml.
- It is possible to connect to MySQL through a socket in the file system.
- The `system.parts` table has a new column with information about the size of marks, in bytes.

## BUG FIXES:

- Distributed tables using a Merge table now work correctly for a SELECT query with a condition on the `_table` field.
- Fixed a rare race condition in ReplicatedMergeTree when checking data parts.
- Fixed possible freezing on "leader election" when starting a server.
- The `max_replica_delay_for_distributed_queries` setting was ignored when using a local replica of the data source. This has been fixed.
- Fixed incorrect behavior of `ALTER TABLE CLEAR COLUMN IN PARTITION` when attempting to clean a non-existing column.
- Fixed an exception in the `multilf` function when using empty arrays or strings.
- Fixed excessive memory allocations when deserializing Native format.
- Fixed incorrect auto-update of Trie dictionaries.
- Fixed an exception when running queries with a GROUP BY clause from a Merge table when using SAMPLE.
- Fixed a crash of GROUP BY when using `distributed_aggregation_memory_efficient=1`.
- Now you can specify the `database.table` in the right side of IN and JOIN.
- Too many threads were used for parallel aggregation. This has been fixed.
- Fixed how the "if" function works with `FixedString` arguments.
- SELECT worked incorrectly from a Distributed table for shards with a weight of 0. This has been fixed.
- Running `CREATE VIEW IF EXISTS` no longer causes crashes.

- Fixed incorrect behavior when `input_format_skip_unknown_fields=1` is set and there are negative numbers.
- Fixed an infinite loop in the `dictGetHierarchy()` function if there is some invalid data in the dictionary.
- Fixed Syntax error: unexpected (...) errors when running distributed queries with subqueries in an IN or JOIN clause and Merge tables.
- Fixed an incorrect interpretation of a SELECT query from Dictionary tables.
- Fixed the "Cannot mremap" error when using arrays in IN and JOIN clauses with more than 2 billion elements.
- Fixed the failover for dictionaries with MySQL as the source.

#### **IMPROVED WORKFLOW FOR DEVELOPING AND ASSEMBLING CLICKHOUSE:**

- Builds can be assembled in Arcadia.
- You can use gcc 7 to compile ClickHouse.
- Parallel builds using ccache+distcc are faster now.

#### **ClickHouse release 1.1.54245, 2017-07-04**

##### **NEW FEATURES:**

- Distributed DDL (for example, `CREATE TABLE ON CLUSTER`)
- The replicated query `ALTER TABLE CLEAR COLUMN IN PARTITION`.
- The engine for Dictionary tables (access to dictionary data in the form of a table).
- Dictionary database engine (this type of database automatically has Dictionary tables available for all the connected external dictionaries).
- You can check for updates to the dictionary by sending a request to the source.
- Qualified column names
- Quoting identifiers using double quotation marks.
- Sessions in the HTTP interface.
- The `OPTIMIZE` query for a Replicated table can run not only on the leader.

##### **BACKWARD INCOMPATIBLE CHANGES:**

- Removed `SET GLOBAL`.

##### **MINOR CHANGES:**

- Now after an alert is triggered, the log prints the full stack trace.
- Relaxed the verification of the number of damaged/extraneous data parts at startup (there were too many false positives).

##### **BUG FIXES:**

- Fixed a bad connection "sticking" when inserting into a Distributed table.
- `GLOBAL IN` now works for a query from a Merge table that looks at a Distributed table.
- The incorrect number of cores was detected on a Google Compute Engine virtual machine. This has been fixed.
- Changes in how an executable source of cached external dictionaries work.
- Fixed the comparison of strings containing null characters.
- Fixed the comparison of `Float32` primary key fields with constants.
- Previously, an incorrect estimate of the size of a field could lead to overly large allocations.
- Fixed a crash when querying a Nullable column added to a table using `ALTER`.
- Fixed a crash when sorting by a Nullable column, if the number of rows is less than `LIMIT`.

- Fixed an ORDER BY subquery consisting of only constant values.
- Previously, a Replicated table could remain in the invalid state after a failed DROP TABLE.
- Aliases for scalar subqueries with empty results are no longer lost.
- Now a query that used compilation does not fail with an error if the .so file gets damaged.

Исправлено в релизе 19.14.3.3, 2019-09-10

#### **CVE-2019-15024**

Злоумышленник с доступом на запись к ZooKeeper и возможностью запустить собственный сервер в сети доступной ClickHouse может создать вредоносный сервер, который будет вести себя как реплика ClickHouse и зарегистрируется в ZooKeeper. В процессе репликации вредоносный сервер может указать любой путь на файловой системе в который будут записаны данные.

Обнаружено благодаря: Эльдару Заитову из Службы Информационной Безопасности Яндекса

#### **CVE-2019-16535**

Интерфейс декомпрессии позволял совершать ОOB чтения и записи данных в памяти, а также переполнение целочисленных переменных, что могло приводить к отказу в обслуживании. Также потенциально могло использоваться для удаленного выполнения кода.

Обнаружено благодаря: Эльдару Заитову из Службы Информационной Безопасности Яндекса

#### **CVE-2019-16536**

Аутентифицированный клиент злоумышленника имел возможность вызвать переполнение стека, что могло привести к отказу в обслуживании.

Обнаружено благодаря: Эльдару Заитову из Службы Информационной Безопасности Яндекса

Исправлено в релизе 19.13.6.1 от 20 сентября 2019

#### **CVE-2019-18657**

Уязвимость в табличной функции `url` позволяла злоумышленнику добавлять произвольные HTTP-заголовки в запрос.

Обнаружено благодаря: [Никите Тихомирову](#)

Исправлено в релизе 18.12.13 от 10 сентября 2018

#### **CVE-2018-14672**

Функция для загрузки CatBoost моделей некорректно обрабатывала пути к файлам, что позволяло читать произвольные локальные файлы на сервере Clickhouse через сообщения об ошибках.

Обнаружено благодаря: Андрею Красичкову из Службы Информационной Безопасности Яндекса

Исправлено в релизе 18.10.3 от 13 августа 2018

#### **CVE-2018-14671**

unixODBC позволял указать путь для подключения произвольного shared object в качестве драйвера базы данных, что приводило к возможности выполнить произвольный код на сервере ClickHouse.

Обнаружено благодаря: Андрею Красичкову и Евгению Сидорову из Службы Информационной Безопасности Яндекса

Исправлено в релизе 1.1.54388 от 28 июня 2018

#### **CVE-2018-14668**

Табличная функция "remote" допускала произвольные символы в полях "user", "password" и "default\_database", что позволяло производить атаки класса Cross Protocol Request Forgery.

Обнаружено благодаря: Андрею Красичкову из Службы Информационной Безопасности Яндекса

Исправлено в релизе 1.1.54390 от 6 июля 2018

#### **CVE-2018-14669**

В ClickHouse MySQL клиенте была включена функциональность "LOAD DATA LOCAL INFILE", что позволяло получать доступ на чтение к произвольным файлам на сервере, где запущен ClickHouse.

Обнаружено благодаря: Андрею Красичкову и Евгению Сидорову из Службы Информационной Безопасности Яндекса

Исправлено в релизе 1.1.54131 от 10 января 2017

#### **CVE-2018-14670**

Некорректная конфигурация в deb пакете могла привести к неавторизованному доступу к базе данных.

Обнаружено благодаря: the UK's National Cyber Security Centre (NCSC)

## Roadmap

### Q1 2020

- Resource pools for more precise distribution of cluster capacity between users
- Fine-grained authorization
- Integration with external authentication services

## Планы разработки ClickHouse 2020.

Здесь собраны важные задачи на 2020 год. Многие из них присутствуют в GitHub Issues. Данный текст следует рассматривать как рабочий черновик со сводкой и кратким описанием задач, ссылками и материалами для быстрого доступа на одной странице. Классификация задач условная.

Так как ClickHouse - open-source продукт, мы хотим, чтобы рабочий процесс был также максимально открытым. В связи с этим, вам следует ожидать наличия на данной странице несколько большего количества деталей описания рабочего процесса, чем вы могли бы предположить - настолько близко, насколько рабочий процесс видят разработчики. Так как неотъемлемой частью процесса разработки является исправление недостатков продукта и улучшение качества кода, на данной странице вы найдёте весьма подробные описания таких деталей. Для других open-source продуктов такой подход к разработке обычно нехарактерен. Благодаря тому, что для каждой задачи указаны её зависимости, вы сможете понять, какие подготовительные работы требуются, что позволяет более точно понимать сроки реализации.

## 1. Хранение данных, индексация.

### 1.1. Индексы по z-Order curve, normalized z-Order curve.

Задача также относится к категории "17. Работа с географическими данными", так как geoHash - это частный случай z-Order curve. Также связана с задачей 24.27 для нечёткого поиска полуоднобликаторов строк, так как позволит индексировать min-hash. Задача "normalized z-Order curve" в перспективе может быть полезна для БК и Метрики, так как позволяет смешивать OrderID и PageID и избежать дублирования данных. В задаче также вводится способ индексации путём обращения функции нескольких аргументов на интервале, что имеет смысл для дальнейшего развития.

Изначально делал [Андрей Чулков](#), ВШЭ, теперь доделывает [Ольга Хвостикова](#), но сроки немного сдвинуты из-за задачи 25.9. Будем надеяться на реализацию к концу ноября. Впрочем, [Андрей Чулков](#) скоро сможет помочь её доделать.

### 1.2. Wait-free каталог баз данных.

Делает [Александр Токмаков](#), первый рабочий вариант в декабре 2019. Нужно для DataLens и Яндекс.Метрики.

Манипуляции с каталогом баз данных: запросы CREATE TABLE, DROP TABLE, RENAME TABLE и DATABASE, требуют синхронизации с помощью блокировок. Эта синхронизация становится весьма сложной, так как на неё полагается много внутренних структур данных.

Предлагается реализовать альтернативный подход, в котором таблицы и базы данных являются всего лишь ссылками на persistent объекты. Подробное описание задачи: <https://github.com/yandex/ClickHouse/issues/6787>

### 1.3. Неблокирующие ALTER.

И полностью immutable куски. Делает [Александр Сапин](#). Готов приступить к задаче в конце ноября 2019. Нужно для Яндекс.Метрики.

### 1.4. Нетранзитивные ALTER столбцов.

Требует 1.3. Будет делать [Александр Сапин](#).

### 1.5. ALTER RENAME COLUMN.

Требует 1.3. Будет делать [Александр Сапин](#).

### 1.6. Полиморфные куски данных.

Делает [Антон Попов](#), первый рабочий вариант в декабре. Пререквизит чтобы снизить сложность мелких INSERT, что в свою очередь нужно для 1.12, иначе задача 1.12 не сможет нормально работать. Особенно нужно для Яндекс.Облака.

Данные в таблицах типа MergeTree в ClickHouse хранятся в виде набора независимых "кусков". Внутри куска, каждый столбец, а также индекс, хранится в отдельных файлах. Это сделано для возможности быстрых манипуляций со столбцами (пример - запрос ALTER DROP COLUMN). При вставке данных (INSERT), создаётся новый кусок. Для таблиц с большим количеством столбцов, запросы INSERT с маленьким количеством строк являются неэффективными, так как требуют создания большого количества файлов в файловой системе. Это является врождённой особенностью ClickHouse - одной из первой проблем, с которыми сталкиваются пользователи. Пользователям приходится буферизовывать данные и собирать их в более крупные пачки перед вставкой в ClickHouse.

Для смягчения эффекта от этой проблемы, в ClickHouse существуют таблицы типа Buffer. Они накапливают данные в оперативке перед записью в другую таблицу. Впрочем, таблицы Buffer не являются полноценным решением проблемы из-за: - наличия блокировок при вставке; - переупорядочивание вставляемых данных; - неатомарность перекладывания данных из Buffer в результирующую таблицу.

Вместо этого предлагается разрешить кускам таблиц MergeTree располагать данные в разных форматах. А именно: - в оперативной памяти; - на диске со всеми столбцами в одном файле; - на диске со столбцами в отдельных файлах: в зависимости от размера куска и прошедшего времени. Для размещения кусков в оперативной памяти, придётся также реализовать опциональную поддержку write-ahead log с настраиваемыми правилами по сбросу на диск. Это позволит избавиться от проблем с мелкими вставками для MergeTree таблиц. Для ReplicatedMergeTree таблиц, это решит проблему лишь частично.

## **1.7. Буферизация и WAL в MergeTree.**

Требует 1.6.

## **1.8. Перенос между разделами по TTL.**

Делает [Владимир Чеботарёв](#), Altinity. Декабрь 2019.

## **1.9. Использование TTL для прореживания данных.**

Будет делать Сорокин Николай, ВШЭ и Яндекс.

Сейчас пользователь может задать в таблице выражение, которое определяет, сколько времени хранятся данные. Обычно это выражение задаётся относительно значения столбца с датой - например: удалять данные через три месяца. [https://clickhouse.yandex/docs/ru/operations/table\\_engines/mergetree/#table\\_engine-mergetree-ttl](https://clickhouse.yandex/docs/ru/operations/table_engines/mergetree/#table_engine-mergetree-ttl)

Это может быть задано для всей таблицы (тогда строки целиком удаляются после указанного времени) или для отдельных столбцов (тогда данные столбца физически удаляются с диска, а строки в таблице остаются; при чтении значений столбца, они читаются как значения по-умолчанию).

Но пользователи также хотят более продвинутый вариант этой функциональности: не удалять строки или столбцы целиком, а прореживать их - оставлять меньшее количество строк.

И тут есть несколько вариантов: 1. По прошествии времени, оставлять каждую N-ую строку. 2. По прошествии времени, выполнять агрегацию данных, заменяя значения некоторых столбцов на значения агрегатных функций от множества значений в нескольких строках.

Пункт 1 не представляет интереса, так как уже реализован с помощью TTL выражений для удаления данных. В качестве этого выражения можно прописать, например, `cityHash64(*) % 10 = 0 ? now() : event_time + INTERVAL 3 MONTH`. Правда как-то неудобно получается.

А вот пункт 2 требуется продумать. Не очевидно даже, какой лучше использовать синтаксис для этого при создании таблицы. Но мы придумаем - сразу видно несколько вариантов.

Частный случай такой задачи уже есть в

[https://clickhouse.yandex/docs/ru/operations/table\\_engines/graphitemergetree/](https://clickhouse.yandex/docs/ru/operations/table_engines/graphitemergetree/) Но это было сделано для конкретной задачи. А надо обобщить.

## **1.10. Пережатие старых данных в фоне.**

Будет делать Кирилл Барухов, ВШЭ, экспериментальная реализация к весне 2020. Нужно для Яндекс.Метрики.

Алгоритмы сжатия типа LZ77 позволяют потратить больше времени на сжатие данных, чтобы сжать данные сильнее, но при этом без проигрыша по скорости разжатия данных. В частности, этим свойством обладает LZ4 и ZSTD, которые используются в ClickHouse. Это позволяет использовать свободные ресурсы CPU, когда сервер не нагружен, для пережатия данных, чтобы данные занимали меньше места на дисках, и при этом сохранить или даже улучшить скорость обработки запросов.

В то же время, ClickHouse обычно используется для "импульсного" сценария нагрузки. Запрос от пользователя

обрабатывается максимально быстро, используя все ресурсы CPU, но в среднем по времени, сервер недостаточно нагружен.

Предлагается добавить в ClickHouse настройки по пережатию данных и фоновые потоки, выполняющие эту задачу.

### **1.11. Виртуальная файловая система.**

Нужно для Яндекс.Облака. Делает Александр, Яндекс.Облако, а также Олег Ершов, ВШЭ и Яндекс.

ClickHouse использует для хранения данных локальную файловую систему. Существует сценарий работы, в котором размещение старых (архивных) данных было бы выгодно на удалённой файловой системе. Если файловая система POSIX совместимая, то это не составляет проблем: ClickHouse успешно работает с Ceph, GlusterFS, MooseFS. Также востребованным является сценарий использования S3 (из-за доступности в облаке) или HDFS (для интеграции с Hadoop). Но эти файловые системы не являются POSIX совместимыми. Хотя для них существуют FUSE драйверы, но скорость работы сильно страдает и поддержка неполная.

ClickHouse использует небольшое подмножество функций ФС, но в то же время, и некоторые специфические части: симлинки и хардлинки, O\_DIRECT. Предлагается выделить всё взаимодействие с файловой системой в отдельный интерфейс.

### **1.12. Экспериментальная реализация VFS поверх S3 и HDFS.**

Нужно для Яндекс.Облака. Требует 1.11. Желательно 1.6 и 1.18. Делает Александр, Яндекс.Облако (сначала часть для S3), а также Олег Ершов, ВШЭ и Яндекс.

### **1.13. Ускорение запросов с FINAL.**

Требует 2.1. Делает [Николай Кочетов](#). Нужно для Яндекс.Метрики.

### **1.14. Не писать столбцы, полностью состоящие из нулей.**

В очереди. Простая задача, является небольшим пререквизитом для потенциальной поддержки полуструктурированных данных.

### **1.15. Возможность иметь разный первичный ключ в разных кусках.**

Сложная задача, только после 1.3.

### **1.16. Несколько физических представлений для одного куска данных.**

Сложная задача, только после 1.3 и 1.6. Позволяет компенсировать 21.20.

### **1.17. Несколько сортировок для одной таблицы.**

Сложная задача, только после 1.3 и 1.6.

### **1.18. Отдельное хранение файлов кусков.**

Требует 1.3 и 1.6. Полная замена hard links на sym links, что будет лучше для 1.12.

## **2. Крупные рефакторинги.**

Для обоснования необходимостисмотрите ссылки в описании других задач.

### **2.1. Переделка конвейера выполнения запросов на Processors.**

Делает [Николай Кочетов](#). Финальная стадия разработки. Включение по-умолчанию в конце декабря 2019. Удаление старого кода в начале 2020.

## **2.2. Инфраструктура событий/метрик/ограничений/квот/трассировки.**

В очереди. <https://gist.github.com/alexey-milovidov/d62d73222d83b9319dc519cbb13aeff6>

## **2.3. Перенос столбцового `ser/de` из `DataType` в `Column`.**

В очереди.

## **2.4. Перевод `LowCardinality` из `DataType` в `Column`. Добавление `ColumnSparse`.**

Требует 2.3.

## **2.5. Версионирование состояний агрегатных функций.**

В очереди.

## **2.6. Правая часть `IN` как тип данных. Выполнение `IN` в виде скалярного подзапроса.**

Требует 2.1.

## **2.7. Нормализация Context.**

В очереди.

## **2.8. Декларативный парсер запросов.**

Низкий приоритет. Задачу хочет сделать [Иван Лежанкин](#) в свободное время, но пока ничего нет.

## **2.9. Логгирование в `format`-стиле.**

Делает [Иван Лежанкин](#). Низкий приоритет.

## **2.10. Запрашивать у таблиц не столбцы, а срезы.**

В очереди.

## **2.11. Разбиение и нормализация функциональности для `bitmap`.**

В очереди.

## **2.12. Декларативные сигнатуры функций.**

Задачу делает Алексей Миловидов. Прогресс 50% и разработка временно приостановлена.

## **2.13. Каждая функция в отдельном файле.**

Задачу делает Алексей Миловидов. Прогресс 80%. Потребуется помочь других разработчиков.

## **2.14. Все функции с состоянием переделать на `FunctionBuilder`.**

Долг [Николай Кочетов](#). Сейчас код находится в переходном состоянии, что неприемлемо.

## **2.15. Функция `subscribe` для `IStorage`.**

Для нормализации работы materialized views поверх Merge, Distributed, Kafka.

## **3. Документация.**

Здесь задачи только по инфраструктуре документации.

### **3.1. Перенос документации по функциям в код.**

Требует 2.12 и 2.13.

### **3.2. Перенос однородных частей документации в код.**

Требует 3.1.

### **3.3. Исправить катастрофически отвратительно неприемлемый поиск по документации.**

[Иван Блинков](#) - очень хороший человек. Сам сайт документации основан на технологиях, не удовлетворяющих требованиям задачи, и эти технологии трудно исправить.

### **3.4. + Добавить японский язык в документацию.**

Эту задачу сделает [Иван Блинков](#), до конца декабря 2019. Сделано.

## **4. Сетевое взаимодействие.**

### **4.1. Уменьшение числа потоков при распределённых запросах.**

[Никита Лапков](#), весна 2020.

### **4.2. Спекулятивное выполнение запросов на нескольких репликах.**

[Никита Лапков](#), весна 2020. Нужно для Яндекс.Метрики. Требует 4.1.

Если распределённый запрос затрагивает большое количество серверов, то время выполнения запросов часто становится большим из-за tail latencies - случайных редких замедлений отдельных серверов. Эту проблему можно избежать, отправляя один и тот же запрос сразу на несколько реплик, и используя данные с наиболее быстрой.

Задача скрывает в себе много тонкостей, связанных с обработкой стадий выполнения запроса (соединение, обмен handshake, отправка запроса, получение заголовка результата, получение пакетов прогресса, получение данных), правильной возможностью настройки таймаутов, правильной отменой запросов.

Сейчас для распределённых запросов используется по потоку на соединение. Это позволяет хорошо распараллелить вычисления над полученными данными и утилизировать сеть, но становится сильно избыточным для больших кластеров. Для примера, создание 1000 потоков для чтения данных из 1000 серверов кластера - лишь расходует ресурсы и увеличивает время выполнения запроса. Вместо этого необходимо использовать количество потоков не большее количества процессорных ядер, и мультиплексировать в одном потоке общение с серверами. Реализация нетривиальна, так как мультиплексировать необходимо каждую стадию общения по сети, включая установку соединения и обмен handshake.

### **4.3. Ограничение числа одновременных скачиваний с реплик.**

Дмитрий Григорьев, ВШЭ. Изначально делал Олег Алексеенков, но пока решение не готово, хотя там не так уж много доделывать.

### **4.4. Ограничение сетевой полосы при репликации.**

Дмитрий Григорьев, ВШЭ.

### **4.5. Возможность продолжить передачу куска данных при репликации после сбоя.**

Дмитрий Григорьев, ВШЭ.

### **4.6. p2p передача для GLOBAL подзапросов.**

### **4.7. Ленивая загрузка множеств для IN и JOIN с помощью k/v запросов.**

### **4.8. Разделить background pool для fetch и merge.**

Дмитрий Григорьев, ВШЭ. В очереди. Исправить проблему, что восстанавливающаяся реплика перестаёт мержить. Частично компенсируется 4.3.

## 5. Операции.

### **5.1. Разделение задач на более мелкие куски в clickhouse-copier.**

Нужно для Метрики, в очереди, но исполнитель не назначен, есть шанс успеть в 2019.

### **5.2. Автонастройка лимита на оперативку и размера кэшей.**

### **5.3. Встроенная ручка для Prometheus и, возможно, Solomon.**

Простая задача. <https://github.com/Vdimir>

### **5.4. Opt-in сообщать в клиенте, если вышла новая версия.**

### **5.5. LTS релизы.**

Требует 7.5. Задачу хочет Метрика, Облако, БК, Маркет и Altinity. Первой LTS версией уже стала версия 19.14.

## 6. Инструментирование.

### **6.1. Исправления сэмплирующего профайлером запросов.**

Михаил Филимонов, Altinity. Ноябрь 2019. Сделано. Осталось ещё проверить работоспособность профайлеров в первом потоке (что важно для INSERT).

### **6.2. Добавление memory profiler.**

Сравнительно простая задача, но только для опытных разработчиков. Нужна всем.

### **6.3. Учёт оперативки total расширить не только на запросы.**

Исправление долгоживущей проблемы с дрифтом учёта оперативки. Нужна для Метрики и БК.

### **6.4. Поддержка perf events как метрик запроса.**

Делает Андрей Скобцов, ВШЭ.

В Linux существует возможность получать в программе информацию о счётчиках производительности и событиях, относящихся к CPU и ядру ОС. Подробнее смотрите `man perf_event_open`. Предлагается добавить эти метрики в ClickHouse для инструментирования запросов.

### **6.5. Эксперименты с LLVM X-Ray.**

Требует 2.2.

### **6.6. Стек трейс для любых исключений.**

Сейчас есть стек трейс для почти всех, но не всех исключений. Требует 7.4.

### **6.7. Таблица system.stack\_trace.**

Сравнительно простая задача, но только для опытных разработчиков.

### **6.8. Таблица system.crashes.**

Сравнительно простая задача, но только для опытных разработчиков.

### **6.9. Отправлять информацию клиенту, если сервер падает по сигналу.**

## **6.10. Сбор общих системных метрик.**

7. Сопровождение разработки.

### **7.1. + ICU в submodules.**

Добавление в submodules также нужно для Аркадии (7.26).

### **7.2. + LLVM в submodules.**

Сделал Алексей Миловидов.

### **7.3. Обновление Roso.**

Александр Кузьменков.

### **7.4. + Включить libc++, libc++-abi при сборке с gcc.**

Сейчас включено только при сборке с clang, но продакшен сборка использует gcc. Требует 7.2 и, возможно, 7.1 (только в случае новой версии ICU).

### **7.5. Начать публиковать LTS релизы.**

[Александр Сапин](#).

### **7.6. Правильный статистический тест для comparison mode в clickhouse-performance-test.**

Задачу начал делать Дмитрий Рубашкин (ВШЭ). Сейчас продолжает [Александр Кузьменков](#).

### **7.7. Доделать тесты под MSan.**

Уже есть ASan, TSan, UBSan. Не хватает тестов под MSan. Они уже добавлены в CI, но не проходят. [Александр Кузьменков](#).

### **7.8. Добавить clang-tidy.**

Уже есть PVS-Studio. Мы очень довольны, но этого недостаточно.

### **7.9. Проверки на стиль имён с помощью clang-tidy.**

### **7.10. Включение UBSan и MSan в интеграционных тестах.**

UBSan включен в функциональных тестах, но не включен в интеграционных тестах. Требует 7.7.

### **7.11. Включение \*San в unit тестах.**

У нас мало unit тестов по сравнению с функциональными тестами и их использование не обязательно. Но они всё-равно важны и нет причин не запускать их под всеми видами sanitizers.

### **7.12. Показывать тестовое покрытие нового кода в PR.**

Пока есть просто показ тестового покрытия всего кода.

### **7.13. + Включение аналога -Weverything в gcc.**

Мы используем -Wall -Wextra -Weverything -Werror. При сборке с clang, -Weverything уже включено. Но в gcc есть уникальные warning-и, отсутствующие в clang. Сделал Wolf Kreuzerkrieg.

### **7.14. Альтернатива для readline и libedit.**

Тагир Кускаров, ВШЭ. Посмотрим на <https://github.com/AmokHuginnsson/replxx>

Для ввода запросов в интерактивном режиме в клиенте командной строки clickhouse-client используется библиотека readline или libedit.

Библиотеки readline и libedit обладают следующими недостатками: - (исправлено в новых версиях readline) Очень низкая производительность вставки больших кусков текста. Вставка каждого следующего символа имеет сложность  $O(n)$  ( $n$  = количество предыдущих символов) и при вставке 1 МБ текста, скорость падает до десятков байт в секунду. - Крайне сложно или невозможно реализовать подсветку синтаксиса по мере набора текста, а также autocomplete без нажатия дополнительных клавиш для вызова. - Лицензия GPL (для readline) препятствует её включению в кодовую базу продукта. - Плохо работает навигация по истории, если история включает запросы, не помещающиеся на экран. - История сохраняется лишь при завершении работы клиента. - При параллельной работе нескольких клиентов с одним файлом истории, сохраняется история только одного из клиентов. - Плохо работает история для многострочных запросов. - Излишняя экономия пересылаемых данных, что часто приводит к остаткам мусора в терминале.

Кроме того, имеются следующие сложно достижимые достоинства: - Поддержка right-to-left текста; - Поддержка editrc конфигураций.

В качестве альтернатив можно рассмотреть следующие варианты: - Linenoise от Salvatore Sanfilippo. Достоинства: простота и компактность кода; высокая скорость работы. Недостатки: отсутствует поддержка Unicode; отсутствует автоматический перенос текста, что затрудняет работу с многострочными запросами. - Linenoise с патчами для поддержки Unicode. Недостаток: теряется преимущество по скорости работы. - Fish shell. Не является библиотекой, но представляет собой отличный пример, как можно реализовать подсветку синтаксиса и удобный autocomplete. Поддерживает Unicode, но работает весьма медленно. - Python Prompt Toolkit. Не является подходящим решением для интеграции в C++ проект. Хорошие возможности по подсветке синтаксиса и autocomplete.

Вместо этого предлагается в качестве примера изучить прототип текстового редактора Kilo:  
<https://viewsourcecode.org/snaptoken/kilo/> и реализовать всю необходимую функциональность.

### **7.15. + Замена libressl обратно на openssl.**

Поводом использования libressl послужило желание нашего хорошего друга из известной компании несколько лет назад. Но сейчас ситуация состоит в том, что openssl продолжает развиваться, а libressl не особо, и можно спокойно менять обратно.

Нужно для Яндекс.Облака для поддержки TLS 1.3.

### **7.16. tzdata внутри бинарника.**

Как в Аркадии, но только в качестве fallback.

### **7.17. Доделать tgz пакеты.**

Уже давно собираются универсальные tgz пакеты, но по нелепой случайности из них исчез install скрипт.  
[Александр Сапин](#). Может делегировать эту задачу кому угодно.

### **7.18.1. Доделать бинарники под Mac.**

Уже есть автосборка бинарников под Mac на каждый коммит и PR, но с недостатками. [Иван Лежанкин](#). Требует 7.1, 7.2. Рекомендуется 7.14. Сейчас не хватает по крайней мере SSL и ICU. Нужно для Яндекс.Облака.

### **7.18. Поместить ссылку на собранные бинарники под Mac на сайт.**

Сейчас людям приходится делать несколько кликов, чтобы их скачать. [Иван Лежанкин](#) или [Александр Сапин](#).

### **7.19. + Доделать (проверить) автосборку под AArch64.**

<https://github.com/ClickHouse/ClickHouse/issues/8027#issuecomment-566670282> Проверили на настоящем сервере Huawei, а также в специальном Docker контейнере, который содержит внутри `qemu-user-static`. Также можно проверить на Cavium, на Raspberry Pi а также на твоём Android телефоне.

## 7.20. Автосборка для FreeBSD x86\_64.

Иван Лежанкин.

## 7.21. Автосборка для Linux ppc64.

Иван Лежанкин.

## 7.22. Дашборд для pull requests.

Дарья Петрова, УрФУ.

Над ClickHouse одновременно работает большое количество разработчиков, которые оформляют свои изменения в виде pull requests. Когда непомеренных pull requests много, то возникает сложность с организацией работы - непонятно, на какой pull request смотреть в первую очередь.

Предлагается реализовать простое одностраничное веб-приложение, в котором отображается список pull requests со следующей информацией: - размер diff - количество изменённых строк; - как давно было последнее обновление; - типы изменённых файлов: C++, документация, скрипты сборки; - наличие добавленных тестов; - есть ли описание для changelog; - изменены ли submodules; - был ли разрешён запуск проверок CI; - статусы проверок CI; - количество approve от ревьюеров;

Статусы проверок - наиболее важная часть. Так как для каждого PR выполняется несколько десятков проверок и наиболее медленные работают до нескольких часов, придётся: - отображать сразу все проверки для каждого PR в виде красивой разноцветной матрицы с информацией по наведению мыши; - отсортировать проверки по важности: например, если у внешнего разработчика проходят все проверки кроме стиля кода, то мы можем взять это в работу сами; - если для предыдущего коммита проверка была завершена, а для последнего коммита ещё только идёт - то можно отображать в таблице статус предыдущей проверки более блёклым цветом.

Предлагается реализовать несколько вариантов сортировок. Очевидное - по времени обновления, более интересно - некое ранжирование с целью выяснить, "что лучше взять в работу прямо сейчас".

Похожие продукты уже есть, например: <http://prs.mozilla.io/yandex:ClickHouse> К сожалению, этот продукт заброшен, да и делает не совсем то, что нужно. По своему усмотрению, можно взять из него что-нибудь полезное.

## 7.23. Функции для fuzzing.

Андрей Некрашевич, ВШЭ.

Fuzzing тестирование - это тестирование случайными данными. Мы рассмотрим несколько подходов к этой задачи:

1. Добавление в SQL диалект ClickHouse функций для генерации случайных данных (пример - случайные бинарные строки заданной длины, случайные валидные UTF-8 строки) и "порчи" данных (например, поменять значения случайных бит с заданной частотой). Это будет использовано для тестирования SQL-функций ClickHouse.

Можно добавить функции: `randomString(length)` `randomFixedString(length)` - строка заданной длины с равномерно распределёнными случайными байтами; `randomStringASCII(length)` `randomStringUTF8(length)`

`fuzzBits(s, inverse_probability)` - изменить каждый бит строки на противоположный с заданной вероятностью; `fuzzBytes(s, inverse_probability)` - изменить каждый байт строки на равномерно случайный с заданной вероятностью;

У каждой функции опциональный аргумент против склейки одинаковых выражений в запросе.

Также можно сделать функции с детерминированным генератором случайных чисел (аргументом передаётся seed) для воспроизводимости тестовых кейсов.

## **7.24. Fuzzing лексера и парсера запросов; кодеков и форматов.**

Андрей Некрашевич, ВШЭ.

Продолжение 7.23.

1. Использование AFL или LibFuzzer для тестирования отдельных частей кодовой базы ClickHouse.
2. Генерация и выполнение случайных синтаксически корректных запросов на случайных данных.

## **7.25. Синхронизация релизов в Аркадию.**

Изначально занимался Олег Алексеенков. Сейчас он перешёл работать в дружественный отдел, но обещает продолжать синхронизацию. Затем, возможно, [Иван Лежанкин](#). Но сейчас приостановлено, так как Максим из YT должен исправить регрессию производительности в анализе индекса.

Максим из YT сказал, что сделает это после нового года.

## **7.26. Побайтовая идентичность репозитория с Аркадией.**

Команда DevTools. Прогресс по задаче под вопросом.

## **7.27. Запуск автотестов в Аркадии.**

Требует 7.26.

## **7.29. Опции clickhouse install, stop, start вместо postinst, init.d, systemd скриптов.**

Низкий приоритет.

## **7.30. Возможность переключения бинарных файлов на продакшен без выкладки пакетов.**

Низкий приоритет.

## **7.31. Зеркалирование нагрузки между серверами.**

В очереди. Нужно для Яндекс.Метрики.

## **7.32. Обfuscация продакшен запросов.**

Роман Ильговский. Нужно для Яндекс.Метрики.

Имея SQL запрос, требуется вывести структуру таблиц, на которых этот запрос будет выполнен, и заполнить эти таблицы случайными данными, такими, что результат этого запроса зависит от выбора подмножества данных.

Для примера, если есть запрос `SELECT SearchPhrase, count(*) FROM table WHERE CounterID = 34 AND SearchPhrase LIKE '%ClickHouse%'`, то мы можем сделать вывод, что CounterID имеет числовой тип, а SearchPhrase - строковый.

Заполнить таблицу данными, на которых отдельные условия CounterID = 34 и SearchPhrase LIKE '%ClickHouse%' для некоторых строк выполнены, а для некоторых строк не выполнены.

Обfuscация запросов: имея секретные запросы и структуру таблиц, заменить имена полей и константы, чтобы запросы можно было использовать в качестве публично доступных тестов.

## **7.33. Выкладывать патч релизы в репозиторий автоматически.**

[Александр Сапин](#). Может делегировать эту задачу кому угодно.

## **7.34. Экспортировать bugfix автоматически.**

[Александр Сапин](#). Может делегировать эту задачу кому угодно.

### **7.35. Начальные правила для авто-merge.**

Зелёные проверки и два ревью. [Александр Сапин](#). Может делегировать эту задачу кому угодно.

### **7.36. Понятие доверенных контрибьюторов.**

Контирибьюторы, у которых есть 5 померженных PR. Для их новых PR автотесты запускаются сразу. [Александр Сапин](#). Может делегировать эту задачу кому угодно.

### **7.37. Разобраться с `repo.yandex.ru`.**

Есть жалобы на скорость загрузки и неудобство maintenance, operations, visibility.

## **8. Интеграция с внешними системами.**

### **8.1. Поддержка `ALTER MODIFY SETTING` для Kafka.**

Altinity.

### **8.2. Поддержка Mongo Atlas URI.**

[Александр Кузьменков](#).

### **8.3. Доработки `globs` (правильная поддержка диапазонов, уменьшение числа одновременных stream-ов).**

[Ольга Хвостикова](#).

### **8.4. Унификация File, HDFS, S3 под URL.**

### **8.5. + Аутентификация в S3.**

[Владимир Чеботарёв](#), Altinity.

### **8.6. Kerberos аутентификация для HDFS и Kafka.**

Андрей Коняев, ArenaData.

### **8.7. + Исправление мелочи HDFS на очень старых ядрах Linux.**

В ядрах 2.6 отсутствует один системный вызов, который библиотека hdfs3 использует без необходимости. Сделал Amos Bird.

### **8.8. Поддержка виртуальных столбцов с именем файла и путём.**

[Ольга Хвостикова](#).

### **8.9. + Поддержка сжатых файлов (`gz`, `bz`) на чтение и запись.**

Сделал [Andrey Bodrov](#)

### **8.10. Запись в табличную функцию ODBC.**

Артемий Бобровский, ВШЭ

### **8.11. Движок таблиц для чтения из Mongo.**

Артемий Бобровский, ВШЭ

### **8.12. Пропуск столбцов в форматах Parquet, ORC.**

Артемий Бобровский, ВШЭ

### **8.13. Поддержка массивов в Parquet, ORC.**

Артемий Бобровский, ВШЭ

### **8.14. Запись данных в ORC.**

Возможно, Андрей Коняев, ArenaData (зависит от желания).

### **8.15. Запись данных в CapNProto.**

### **8.16. Поддержка формата Avro.**

Павел Круглов, ВШЭ и Яндекс.

Формат Apache Avro является компактным структурированным построчным бинарным форматом данных с внешней схемой. Этот формат часто используется совместно с Kafka и поддержка его в качестве одного из форматов ввода-вывода в ClickHouse является востребованной пользователями.

### **8.17. ClickHouse как MySQL реплика.**

Ильяс Адюгамов, ВШЭ.

Реализовать возможность подписаться на row-based репликацию MySQL и сохранять полученные данные в CollapsingMergeTree или ReplacingMergeTree таблицы. Сторонние решения для этой задачи уже существуют: <https://www.altinity.com/blog/2018/6/30/realtime-mysql-clickhouse-replication-in-practice> Также существует стороннее решение для PostgreSQL: <https://github.com/mkabilov/pg2ch>

Встроенная в ClickHouse возможность работать в качестве реплики MySQL даст преимущества для дальнейшего развития.

### **8.18. + ClickHouse как Federated MySQL.**

Maxim Fedotov, Wargaming + Yuri Baranov, Яндекс.

### **8.19. Интеграция с RabbitMQ.**

Ксения Сумарокова, ВШЭ.

В ClickHouse часто используется потоковый импорт данных из распределённой очереди. Наиболее популярно использование совместно с Kafka. Эта возможность уже есть.

Следующей по востребованности является система очередей RabbitMQ. Её поддержка в ClickHouse отсутствует.

### **8.20. Интеграция с SQS.**

Низкий приоритет.

### **8.21. Поддержка произвольного количества языков для имён регионов.**

Нужно для БК. Декабрь 2019.

### **8.22. Поддержка синтаксиса для переменных в стиле MySQL.**

При парсинге запроса преобразовывать синтаксис вида `@@version_full` в вызов функции `getGlobalVariable('version_full')`. Поддержать популярные MySQL переменные. Может быть поможет Юрий Баранов, если будет энтузиазм.

### **8.23. Подписка для импорта обновляемых и ротируемых логов в ФС.**

Желательно 2.15.

## 9. Безопасность.

### **9.1. + Ограничение на хосты в запросах ко внешним системам.**

Михаил Коротов.

### **9.2. Преднастроенные именованные соединения к внешним БД.**

Валерий Батурин, ВШЭ.

ClickHouse предоставляет возможность обратиться к внешней базе данных из языка запросов. Это реализовано в виде табличных функций. В параметрах к табличной функции указывается адрес удалённой базы данных (хост, порт), а также аутентификационные данные (имя пользователя, пароль). Аутентификационные данные указываются в запросе в открытом виде и, таким образом, попадают в историю запросов и в логи, что компрометирует безопасность системы.

Вместо этого предлагается описывать необходимые данные в конфигурационном файле сервера или в отдельном сервисе и ссылаться на них по именам.

### **9.3. Поддержка TLS для ZooKeeper.**

## 10. Внешние словари.

### **10.1. + Исправление зависания в библиотеке доступа к YT.**

Библиотека для доступа к YT не переживает учения. Нужно для БК и Метрики. Поиск причин - [Александр Сапин](#). Дальнейшее исправление возможно на стороне YT.

Цитата: "Оказывается для YT-клиента зависания на несколько минут это нормально. Убрал внутренние ретраи, снизил таймауты. Однозначно станет лучше".

### **10.2. Исправление SIGILL в библиотеке доступа к YT.**

Код YT использует SIGILL вместо abort. Это, опять же, происходит при учениях. Нужно для БК и Метрики. Поиск причин - [Александр Сапин](#). Дальнейшее исправление возможно на стороне YT.

### **10.3. Возможность чтения данных из статических таблиц в YT словарях.**

Нужно для БК и Метрики.

### **10.4. Словарь из YDB (KikiMR).**

Нужно для Метрики, а делать будет таинственный незнакомец из команды KikiMR (под вопросом).

### **10.5. Закрытие соединений и уменьшение числа соединений для MySQL и ODBC.**

Нужно для Метрики.

### **10.6. Словари из Cassandra и Couchbase.**

### **10.7. Поддержка Nullable в словарях.**

Артём Стрельцов, Николай Дегтеринский, Наталия Михненко, ВШЭ.

### **10.8. Поддержка массивов в словарях.**

Артём Стрельцов, Николай Дегтеринский, Наталия Михненко, ВШЭ.

## **10.9. Уменьшение блокировок для cache словарей за счёт одновременных запросов одного и того же.**

Нужно для БК, но мотивация задачи находится под вопросом, так как есть рабочее предположение о том, что данная задача не устраняет причину проблемы.

## **10.10. Возможность использования старых значений из cache словаря пока они перезапрашиваются.**

Нужно для БК и Метрики.

## **10.11. Возможность исключительно асинхронных запросов в cache словарях.**

Нужно для БК и Метрики. Требует 10.10.

## **10.12. Layout direct для словарей.**

Артём Стрельцов, Николай Дегтеринский, Наталия Михненко, ВШЭ.

## **10.13. Использование Join как generic layout для словарей.**

Артём Стрельцов, Николай Дегтеринский, Наталия Михненко, ВШЭ.

## **10.14. Поддержка всех типов в функции transform.**

## **10.15. Использование словарей как специализированного layout для Join.**

## **10.16. Словари на локальном SSD.**

Никита Васильев, ВШЭ и Яндекс.

Реализовать в ClickHouse специализированный движок таблиц, подходящий для быстрых key-value запросов и оптимизированный для расположения данных на SSD. Это может быть: реализация на основе RocksDB; сериализованные RowBinary данные с индексом в оперативке; секретная очень эффективная структура данных, о которой я расскажу.

Использовать эту структуру данных как отдельный вид словарей, как источник для cache словарей или как дополнительный уровень кэширования для cache словарей.

## **10.17. Локальный дамп состояния словаря для быстрого старта сервера.**

## **10.18. Таблица Join или словарь на удалённом сервере как key-value БД для cache словаря.**

## **10.19. Возможность зарегистрировать некоторые функции, использующие словари, под пользовательскими именами.**

# **11. Интерфейсы.**

## **11.1. Вставка состояний агрегатных функций в виде кортежа аргументов или массива кортежей аргументов.**

## **11.2. Возможность использовать движок JDBC из коробки.**

Нужно разобраться, как упаковывать Java в статический бинарник, возможно AppImage. Или предоставить максимально простую инструкцию по установке jdbc-bridge. Может быть будет заинтересован Александр Крашенинников, Badoo, так как он разработал jdbc-bridge.

## **11.3. Интеграционные тесты ODBC драйвера путём подключения ClickHouse к самому себе через ODBC.**

Денис Глазачев, Altinity.

## **11.4. Исправление упячек с типами Date и Decimal в clickhouse-cpp.**

## **11.5. Поддержка TLS в clickhouse-cpp.**

А знаете ли вы, что библиотеку clickhouse-cpp разрабатывал один хороший человек в свободное время?

## **11.6. Интеграционные тесты clickhouse-cpp.**

## **11.7. Интерактивный режим работы программы clickhouse-local.**

## **11.8. Поддержка протокола PostgreSQL.**

Элбакян Мовсес Андраникович, ВШЭ.

В ClickHouse в прошлом году добавили поддержку wire-протокола MySQL. PostgreSQL, так же как MySQL, использует несложный протокол общения между клиентом и сервером, но свой собственный. Поддержка этого протокола является востребованной и откроет новые возможности для ClickHouse.

## **11.9. Доработки ODBC драйвера.**

Денис Глазачев, Altinity. Хороший прогресс по этой задаче.

## **11.10. Преднастроенные HTTP handlers для запросов.**

zhang2014

Возможность описать в конфигурационном файле handler (путь в URL) для HTTP запросов к серверу, которому соответствует некоторый параметризованный запрос. Пользователь может вызвать этот обработчик и не должен передавать SQL запрос.

# 12. Управление пользователями и доступом.

## **12.1. Role Based Access Control.**

[Виталий Баранов](#). Финальная стадия разработки, рабочая версия в декабре 2019.

## **12.2. Управление пользователями и правами доступа с помощью SQL запросов.**

[Виталий Баранов](#). Финальная стадия разработки, рабочая версия в декабре 2019.

## **12.3. Подключение справочника пользователей и прав доступа из LDAP.**

[Виталий Баранов](#). Требует 12.1.

## **12.4. Подключение IDM системы Яндекса как справочника пользователей и прав доступа.**

Пока низкий приоритет. Нужно для Метрики. Требует 12.3.

## **12.5. Pluggable аутентификация с помощью Kerberos (возможно, подключение GSASL).**

[Виталий Баранов](#). Требует 12.1.

## **12.6. Информация о пользователях и квотах в системной таблице.**

[Виталий Баранов](#). Требует 12.1.

# 13. Разделение ресурсов, multi-tenancy.

## **13.1. Overcommit запросов по памяти и вытеснение.**

Требует 2.1. Способ реализации обсуждается.

## **13.2. Общий конвейер выполнения на сервер.**

Требует 2.1. [Николай Кочетов](#).

### **13.3. Пулы ресурсов.**

Требует 13.2 или сможем сделать более неудобную реализацию раньше.

## **14. Диалект SQL.**

### **14.1. Исправление семантики CAST для Nullable.**

Нужно для DataLens. А также для внедрения в BI инструмент Looker.

### **14.2. Поддержка WITH для подзапросов.**

### **14.3. Поддержка подстановок для множеств в правой части IN.**

### **14.4. Поддержка подстановок для идентификаторов (имён) в SQL запросе.**

zhang2014

### **14.5. Поддержка задания множества как массива в правой части секции IN.**

Василий Немков, Altinity, делал эту задачу, но временно приостановил работу над ней в пользу других задач.

### **14.6. Глобальный scope для WITH.**

### **14.7. Nullable для WITH ROLLUP, WITH CUBE, WITH TOTALS.**

Простая задача.

### **14.8. Модификаторы DISTINCT, ORDER BY для агрегатных функций.**

Софья Борзенкова, ВШЭ.

В ClickHouse поддерживается вычисление COUNT(DISTINCT x). Предлагается добавить возможность использования модификатора DISTINCT для всех агрегатных функций. Например, AVG(DISTINCT x) - вычислить среднее значение для всех различных значений x. Под вопросом вариант, в котором фильтрация уникальных значений выполняется по одному выражению, а агрегация по другому.

Результат некоторых агрегатных функций зависит от порядка данных. Предлагается реализовать модификатор ORDER BY, задающий порядок явно. Пример: groupArray(x ORDER BY y, z).

### **14.9. Поддержка запроса EXPLAIN.**

Требует 2.1. [Николай Кочетов](#).

### **14.10. arrayReduce как функция высшего порядка.**

### **14.11. Функции для grouping sets.**

### **14.12. Функции обработки временных рядов.**

Сложная задача, так как вводит новый класс функций и требует его обработку в оптимизаторе запросов.

В time-series СУБД нужны функции, которые зависят от последовательности значений. Или даже от последовательности значений и их меток времени. Примеры: moving average, exponential smoothing, derivative, Holt-Winters forecast. Вычисление таких функций поддерживается в ClickHouse лишь частично. Так, ClickHouse поддерживает тип данных "массив" и позволяет реализовать эти функции как функции, принимающие массивы. Но гораздо удобнее для пользователя было бы иметь возможность применить такие функции к таблице (промежуточному результату запроса после сортировки).

Это требует введение нового класса функций (помимо обычных и агрегатных функций) - такие функции будут иметь в коде ClickHouse свой собственный интерфейс, и их вычисление придётся отдельно учитывать в конвейере выполнения запросов. Для примера, вычисление обычных функций тривиально распараллеливается по процессорным ядрам и по серверам; вычисление агрегатных функций распараллеливается с некоторыми особенностями (работа с промежуточными состояниями вычислений, операция merge); а для функций по обработке временных рядов этот вопрос остаётся открытым - возможно, их придётся вычислять на одном сервере и в одном потоке.

#### **14.13. Применимость функций высшего порядка для кортежей и Nested.**

#### **14.14. Неявные преобразования типов констант.**

Требует 2.12.

#### **14.15. Неявные преобразования типов под настройкой.**

Требует 2.12. Для внедрения в BI инструмент Looker.

#### **14.16. Синонимы для функций из MySQL.**

#### **14.17. Ввести понятие stateful функций.**

zhang2014. Для runningDifference, neighbour - их учёт в оптимизаторе запросов. В интерфейсе уже сделано. Надо проверить, что учитывается в нужных местах (например, что работает predicate pushdown сквозь ORDER BY, если таких функций нет).

#### **14.18. UNION DISTINCT и возможность включить его по-умолчанию.**

Для BI систем.

#### **14.19. Совместимость парсера типов данных с SQL.**

Для BI систем.

#### **14.20. Позиционные аргументы для GROUP BY и ORDER BY.**

Тривиально и используется многими системами, но не входит в стандарт SQL.

#### **14.21. Приведение типов для IN (подзапрос) и для JOIN.**

### 15. Улучшение поддержки JOIN.

#### **15.1. Доведение merge JOIN до продакшена.**

Артём Зуйков. Сейчас merge JOIN включается вручную опцией и всегда замедляет запросы. Хотим, чтобы он замедлял запросы только когда это неизбежно. Кстати, смысл merge JOIN появляется только совместно с 15.2 и 15.3.

#### **15.2. Прокидывание условий в OUTER JOIN.**

Возможно, Артём Зуйков, но задача ещё не продумана до конца. Возможно, требует 2.1.

#### **15.3. Логический вывод для цепочек вида ON t1.x=t2.y WHERE t1.x=10**

Возможно, Артём Зуйков. Для полноценной работы 15.2.

#### **15.4. Distributed JOIN с помощью перераспределения данных.**

Артём Зуйков.

## **15.5. Использование ключа таблицы для оптимизации merge JOIN.**

### **15.6. + SEMI и ANTI JOIN.**

Артём Зуйков.

## 16. Типы данных и функции.

### **16.1. DateTime64.**

Василий Немков, Altinity, декабрь 2019.

### **16.2. Тип данных для JSON.**

zhang2014

### **16.3. Поддержка неконстантных аргументов с регулярными выражениями в функциях.**

Данила Кутенин, но только после секретного изменения в работе.

### **16.4. Функция rowNumberForKey.**

### **16.5. Функции для XML и HTML escape.**

### **16.6. Функции нормализации и хэширования SQL запросов.**

## 17. Работа с географическими данными.

### **17.1. Гео-словари для определения региона по координатам.**

[Андрей Чулков](#), Антон Кваша, Артур Петуховский, ВШЭ. Будет основано на коде от Арслана Урташева.

ClickHouse не является geospatial СУБД. Тем не менее, в ClickHouse есть несколько функций для таких задач. Например, функция `pointInPolygon` позволяет быстро проверить попадание точек в полигон на плоскости. При этом, полигон задаётся в явном виде и должен быть константным для вызова функции (то есть - проверяется принадлежность многих точек одному полигону). Эта функциональность нужна, например, для рекламного таргетинга мобильных устройств по координатам.

Похожая, но более сложная задача, которую ClickHouse пока не умеет решать - определение полигона среди множества полигонов, в которые попадают точки. Для примера: определение района города по географическим координатам. Для решения этой задачи нужно будет реализовать поддержку словарей с полигонами, в которых данные проиндексированы для быстрого поиска.

### **17.2. GIS типы данных и операции.**

Алексей Коряков, Алексей Илюхов, ВШЭ, Яндекс.Карты.

Реализовать в ClickHouse типы данных для задач обработки геоинформационных данных: Point, Line, MultiLine, Polygon и операции над ними - проверка вхождения, пересечения. Вариант минимум будет реализация этих операций в евклидовой системе координат. Дополнительно - на сфере и WGS84.

### **17.3. + Ускорение greatCircleDistance.**

[Ольга Хвостикова](#), основано на коде Андрея Аксёнова, получено разрешение на использование кода.

### **17.4. Ускорение geohash с помощью библиотеки из Аркадии.**

Предположительно, [Андрей Чулков](#). Получено одобрение от руководства.

## **17.5. Проверки в функции pointInPolygon.**

[Николай Кочетов](#). Сейчас функция тихо не работает в случае полигонов с самопересечениями, надо кидать исключение.

## **18. Машинное обучение и статистика.**

### **18.1. Инкрементальная кластеризация данных.**

Александр Кожихов, Максим Кузнецов. Обнаружена фундаментальная проблема в реализации, доделывает предположительно [Николай Кочетов](#). Он может делегировать задачу кому угодно.

### **18.2. Агрегатные функции для статистических тестов.**

Артём Цыганов, Руденский Константин Игоревич, Семёнов Денис, ВШЭ.

Предлагается реализовать в ClickHouse статистические тесты (Analysis of Variance, тесты нормальности распределения и т. п.) в виде агрегатных функций. Пример: `welchTTest(value, sample_idx)`.

### **18.3. Инфраструктура для тренировки моделей в ClickHouse.**

В очереди. Возможно, Александр Кожихов. У него сначала идёт задача 24.26.

## **19. Улучшение работы кластера.**

### **19.1. Параллельные кворумные вставки без линеаризуемости.**

Александра Латышева, ВШЭ и Яндекс.

Репликация данных в ClickHouse по-умолчанию является асинхронной без выделенного мастера. Это значит, что клиент, осуществляющий вставку данных, получает успешный ответ после того, как данные попали на один сервер; репликация данных по остальным серверам осуществляется в другой момент времени. Это ненадёжно, потому что допускает потерю только что вставленных данных при потере лишь одного сервера.

Для решения этой проблемы, в ClickHouse есть возможность включить "кворумную" вставку. Это значит, что клиент, осуществляющий вставку данных, получает успешный ответ после того, как данные попали на несколько (кворум) серверов. Обеспечивается линеаризуемость: клиент, получает успешный ответ после того, как данные попали на несколько реплик, которые содержат все предыдущие данные, вставленные с кворумом (такие реплики можно называть "синхронными"), и при запросе SELECT можно выставить настройку, разрешающую только чтение с синхронных реплик.

Если бы свойства линеаризуемости не было, то для трёх серверов A, B, C, значения кворума = 2, и для трёх вставок данных 1, 2, 3, возможна ситуация, что первая вставка прошла на серверы A и B, вторая прошла на серверы B и C, а третья - на серверы A и C, и теперь ни один из серверов не содержит полный набор данных 1, 2, 3.

Как ни странно, такое свойство не нужно большинству пользователей. Оно запрещает параллельно выполняющиеся вставки. А пользователи хотят вставлять данные надёжно (на более чем одну реплику), но не важно, в каком порядке. Предлагается сделать опцию, которая отключает линеаризуемость.

Иногда пользователь хочет реализовать кворумную вставку вручную: просто соединиться с несколькими репликами и вставить на них одинаковые данные (чтобы обеспечить надёжную вставку, не ориентируясь на то, как работает механизм репликации). Сейчас ожидания пользователя не оправдываются. В ClickHouse есть механизм дедупликации для обеспечения идемпотентности вставок. Вторая вставка с такими же данными (пусть даже на другую реплику) будет проигнорирована. Надо сделать так, чтобы вместо этого, вставка одинаковых данных на другую реплику, имела такой же эффект, как если бы эти данные были получены с помощью механизма репликации.

## **19.2. Подключение Etcd или Consul как альтернативы ZooKeeper.**

Алексей Лёвшин, ВШЭ и Яндекс.

Для координации реплик в ClickHouse используется ZooKeeper. Многие пользователи ClickHouse хотели бы иметь возможность использовать для координации некоторые другие системы вместо ZooKeeper. Рассматриваемыми вариантами таких систем являются Etcd, Consul, FoundationDB. Это весьма проблематично, так как эти системы существенно отличаются по интерфейсам и возможностям. Тем не менее, для того, чтобы эта задача стала возможной, в ClickHouse обобщён интерфейс взаимодействия с ZooKeeper, и теперь на его место можно подставлять другие реализации.

В прошлом году, Алексей добавил модельную реализацию (mock) интерфейса ZooKeeper для тестирования. Сейчас предлагается сделать реализацию поверх Etcd, а также расширить возможности тестовой реализации.

## **19.3. Подключение YT Cypress или YDB как альтернативы ZooKeeper.**

Hold. Полезно для заказчиков внутри Яндекса, но есть риски.

## **19.4. internal\_replication = 'auto'.**

## **19.5. Реплицируемые базы данных.**

В очереди, возможно Валерий Батурина, ВШЭ.

Репликация в ClickHouse работает на уровне отдельных таблиц. Это является очень гибким решением: на одном сервере одна из таблиц может быть не реплицирована, другая иметь двухкратную репликацию, а третья - реплицирована по всем серверам. Но если все таблицы в базе данных реплицированы одинаковым образом, то это затрудняет управление кластером. Например, при восстановлении сервера, требуется отдельно создавать реплику для каждой таблицы.

Предлагается реализовать "движок баз данных", который осуществляет репликацию метаданных (множество имеющихся таблиц и лог DDL операций над ними: CREATE, DROP, RENAME, ALTER). Пользователь сможет создать реплицируемую базу данных; при её создании или восстановлении на другом сервере, все реплицируемые таблицы будут созданы автоматически.

## **19.6. Одновременный выбор кусков для слияния многими репликами, отказ от leader election в ZK.**

## **19.7. Возможность записи данных при недоступности ZK и отказ от линейного порядка кусков в большинстве случаев.**

## **19.8. Отказ от хранения в ZK множества кусков для каждой реплики отдельно.**

## **19.9. Отказ от хранения в ZK лога вставок и мерджей. Обмен данными о кусках напрямую.**

## **19.10. Облачные таблицы.**

Требует 1.6, 19.1, 19.6, 19.7, 19.8, 19.9.

# **20. Мутации данных.**

Пока все задачи по точечным UPDATE/DELETE имеют низкий приоритет, но ожидаем взять в работу в середине 2020.

## **20.1. Поддержка DELETE путём запоминания множества затронутых кусков и ключей.**

## **20.2. Поддержка DELETE путём преобразования множества ключей в множество row\_numbers на реплике, столбца флагов и индекса по диапазонам.**

## **20.3. Поддержка ленивых DELETE путём запоминания выражений и преобразования к множеству ключей в**

**фоне.**

## **20.4. Поддержка UPDATE с помощью преобразования в DELETE и вставок.**

21. Оптимизации производительности.

### **21.1. + Параллельный парсинг форматов.**

Начинал Олег Ершов, доделывает Никита Михайлов, помогает [Александр Кузьменков](#). Готово.

### **21.2. Параллельное форматирование форматов.**

После 21.1, предположительно Никита Михайлов. Задача сильно проще чем 21.1.

### **21.3. Исправление низкой производительности анализа индекса в случае большого множества в секции IN.**

Нужно всем (Zen, БК, DataLens...) Пока ещё не выбран исполнитель.

### **21.4. Использование ORDER BY ключа для оптимизации GROUP BY и DISTINCT.**

Дмитрий Рубашкин, ВШЭ. Помогает Антон Попов.

Если таблица имеет ключ сортировки, то возможно эффективное чтение упорядоченных данных. Если запрос содержит операцию GROUP BY, содержащую по крайней мере префикс от ключа сортировки таблицы, либо инъективные функции от него, то возможно более эффективное выполнение GROUP BY: промежуточный результат агрегации финализируется и отправляется клиенту как только в потоке данных при чтении из таблицы встретился следующий ключ.

Аналогичную оптимизацию следует реализовать для DISTINCT и LIMIT BY.

В прошлом году, аналогичное решение сделали для операции ORDER BY.

### **21.5. Распараллеливание INSERT при INSERT SELECT, если это необходимо.**

[Vxider](#), ICT

### **21.6. Уменьшение числа потоков для SELECT в случае тривиального INSERT SELECT.**

### **21.7. Кэш результатов запросов.**

[Achimbab](#).

### **21.8. Взаимная интеграция аллокатора и кэша.**

Михаил Кот, ВШЭ. Задача сложная и рискованная.

Для выделения памяти, аллокаторы запрашивают её у операционной системы (`mmap`). Это возможно только для достаточно крупных кусков памяти является довольно медленной операцией. Поэтому, современные аллокаторы кэшируют крупные куски памяти в программе. При вызове `free`, кусок памяти, как правило, не отдается ОС, а остается для последующего переиспользования. Для выделения мелких кусков памяти, крупные куски разбиваются с помощью специальных структур данных (`free-list`, `heap`, `bitmap`). Для уменьшения contention в многопоточных программах, эти структуры также делаются thread-локальными.

Часто в программе есть кэши некоторых данных. Например - кэш данных после разжатия, использующийся чтобы сэкономить на повторных запросах одних и тех же данных. При вытеснении из кэша, блок данных освобождается (`free`) и данные, бывшие в кэше, становятся недоступными для переиспользования. Но если принимать во внимание то, как работает аллокатор памяти, то оказывается, что после освобождения памяти, данные всё ещё остаются доступными в программе. И если этот кусок памяти не будет выделен аллокатором снова, его можно было бы продолжить использовать в качестве кэша. Иными словами, в программе есть domain-specific кэш, а

аллокатор имеет свой кэш, и они не знают друг о друге.

Для domain-specific кэшей (как например, кэш разжатых данных) выгодно, чтобы они использовали как можно больший объём свободной памяти. Но в этом случае, памяти может не хватить для других структур данных в программе. Если аллокатор памяти знает про кэш, то выделение памяти можно было бы делать путём вытеснения данных из кэша.

### **21.8.1. Отдельный аллокатор для кэшей с ASLR.**

В прошлом году задачу пытался сделать Данила Кутенин с помощью `lalloc` из Аркадии и `mimalloc` из Microsoft, но оба решения не были квалифицированы для использования в продакшене. Успешная реализация задачи 21.8 отменит необходимость в этой задаче, поэтому холд.

### **21.9. Исправить push-down выражений с помощью Processors.**

[Николай Кочетов](#). Требует 2.1.

### **21.10. + Улучшение эвристики PREWHERE.**

Amos Bird.

### **21.11. Peephole оптимизации запросов.**

Руслан Камалов, Михаил Малафеев, Виктор Гришанин, ВШЭ

Реализовать в ClickHouse оптимизации запросов, основанные на упрощении отдельных небольших кусков выражений (так называемые "peephole" оптимизации). Примеры: - Замена цепочек `if` на `multilf`. - Удаление `min/max/any`-агрегатов от выражений от ключей GROUP BY. - Вынесение арифметических операций из агрегатных функций; - Вынесение любых функций наружу `any`, `anyLast`. - При GROUP BY по transform или if по строкам, замена строк на Enum.

### **21.12. Алгебраические оптимизации запросов.**

Руслан Камалов, Михаил Малафеев, Виктор Гришанин, ВШЭ

Реализовать в ClickHouse оптимизации запросов, основанные на алгебраических свойствах функций. Примеры: - Обращение инъективных функций в сравнениях на равенство. - Вынесение инъективных функцию наружу `uniq`. - Удаление монотонных функций из ORDER BY. - Удаление избыточных выражений из ORDER BY. - Удаление из GROUP BY функций от других ключей GROUP BY. - Удаление дублирующихся DISTINCT, ORDER BY из подзапросов.

### **21.13. Fusion агрегатных функций.**

После или совместно с 21.11.

### **21.14. Оптимизация запросов с помощью constraints.**

Мария Нефедова, ВШЭ.

Constraints позволяют задать выражение, истинность которого проверяется при вставке данных в таблицу. Предположение о том, что выражение истинно, может использоваться и для оптимизации запросов. Например, встретив в запросе точно такое же выражение, можно заменить его на константу 1.

Если выражение содержит равенство, то встретив в запросе одну из частей равенства, её можно заменить на другую часть равенства, если это сделает проще чтение данных или вычисление выражения. Например, задан constraint: `URLDomain = domain(URL)`. Значит, выражение `domain(URL)` можно заменить на `URLDomain`.

### **21.15. Многоступенчатое чтение данных вместо PREWHERE.**

Требует 2.1 и 21.10.

## **21.16. Оптимизация GROUP BY с большим количеством агрегатных функций путём вычисления в два прохода.**

Нужно для БК.

## **21.17. Оптимизация GROUP BY при наличии ORDER BY по тем же ключам с LIMIT.**

Нужно для БК.

## **21.18. Внутренняя параллелизация мержа больших состояний агрегатных функций.**

### **21.19. Оптимизация сортировки.**

Василий Морозов, Арслан Гумеров, Альберт Кидрачев, ВШЭ. В прошлом году задачу начинал делать другой человек, но не добился достаточного прогресса.

#### 1. Оптимизация top sort.

В ClickHouse используется неоптимальный вариант top sort. Суть его в том, что из каждого блока достаётся top N записей, а затем, все блоки мержатся. Но доставание top N записей у каждого следующего блока бессмысленно, если мы знаем, что из них в глобальный top N войдёт меньше. Конечно нужно реализовать вариацию на тему priority queue (heap) с быстрым пропуском целых блоков, если ни одна строка не попадёт в накопленный top.

#### 1. Рекурсивный вариант сортировки по кортежам.

Для сортировки по кортежам используется обычная сортировка с компаратором, который в цикле по элементам кортежа делает виртуальные вызовы `IColumn::compareAt`. Это неоптимально - как из-за короткого цикла по неизвестному в compile-time количеству элементов, так и из-за виртуальных вызовов. Чтобы обойтись без виртуальных вызовов, есть метод `IColumn::getPermutation`. Он используется в случае сортировки по одному столбцу. Есть вариант, что в случае сортировки по кортежу, что-то похожее тоже можно применить... например, сделать метод `updatePermutation`, принимающий аргументы `offset` и `limit`, и допереставляющий перестановку в диапазоне значений, в которых предыдущий столбец имел равные значения.

#### 1. RadixSort для сортировки.

Один наш знакомый начал делать задачу по попытке использования RadixSort для сортировки столбцов. Был сделан вариант indirect сортировки (для `getPermutation`), но не оптимизирован до конца - есть лишние ненужные перекладывания элементов. Для того, чтобы его оптимизировать, придётся добавить немного шаблонной магии (на последнем шаге что-то не копировать, вместо перекладывания индексов - складывать их в готовое место). Также этот человек добавил метод MSD Radix Sort для реализации radix partial sort. Но даже не проверил производительность.

Наиболее содержательная часть задачи может состоять в применении Radix Sort для сортировки кортежей, расположенных в оперативке в виде Structure Of Arrays неизвестного в compile-time размера. Это может работать хуже, чем то, что описано в пункте 2... Но попробовать не помешает.

#### 1. Three-way comparison sort.

Виртуальный метод `compareAt` возвращает -1, 0, 1. Но алгоритмы сортировки сравнениями обычно рассчитаны на `operator<` и не могут получить преимущества от three-way comparison. А можно ли написать так, чтобы преимущество было?

#### 1. pdq partial sort

Хороший алгоритм сортировки сравнениями `pdqsort` не имеет варианта `partial sort`. Заметим, что на практике, почти все сортировки в запросах ClickHouse являются `partial_sort`, так как `ORDER BY` почти всегда идёт с `LIMIT`. Кстати, Данила Кутенин уже попробовал это и показал, что в тривиальном случае преимущества нет. Но не очевидно, что нельзя сделать лучше.

## **21.20. Использование материализованных представлений для оптимизации запросов.**

В ByteDance есть готовая реализация, но они её боятся из-за, возможно, низкого качества кода.

## **21.21. Чтение больших файлов с помощью mmap.**

Тривиально, почти всё готово.

## **21.22. Userspace page cache.**

Требует 21.8.

## **21.23. Ускорение работы с вторичными индексами.**

zhang2014.

## **22. Долги и недоделанные возможности.**

### **22.1. + Исправление неработающих таймаутов, если используется TLS.**

Нужно для Яндекс.Облака. Сделал Алексей Миловидов.

### **22.2. Убрать возможность изменить настройки в native протоколе в случае readonly.**

Алексей Миловидов или [Виталий Баранов](#).

### **22.3. Защита от абсурдно заданных пользователем кодеков.**

В очереди, скорее всего [Ольга Хвостикова](#).

### **22.4. Исправление оставшихся deadlocks в табличных RWLock-ах.**

Александр Казаков. Нужно для Яндекс.Метрики и DataLens.

### **22.5. Исправление редких срабатываний TSan в stress тестах в CI.**

Александр Казаков.

### **22.6. Изменение только DEFAULT в ALTER TABLE может поменять тип столбца.**

### **22.7. Row-Level Security не работает в случае наличия в запросе IN подзапросов.**

[Виталий Баранов](#). Нужно для Метрики.

### **22.8. Исправить десериализацию параметров для параметризованных запросов.**

Хотел исправить Василий Немков, Altinity, но есть маленькие затруднения, наверное переделает Алексей Миловидов.

### **22.9. Разобраться с десериализацией массивов со значениями по-умолчанию в Protobuf формате в случае protobuf 3.**

[Виталий Баранов](#). Возможно, это - фундаментальная проблема и следует её только документировать.

### **22.10. Исправление дрифта при отслеживании потребления памяти запросами.**

Требует 6.3., но можно улучшить отдельными хаками. Нужно Метрике и БК.

### **22.11. + Более простая ser/de настроек запросов.**

И пропуск неизвестных настроек. Важно для Метрики для упрощения апгрейда без изменения конфига. [Виталий Баранов](#), готово.

## **22.12. + Исправление низкой производительности чтения из Kafka.**

Для ClickHouse нехарактерно наличие кода, обладающего столь низкой производительностью. Практики разработки не подразумевают, что такой код должен попасть в продакшен без надлежащего тестирования производительности.

Изначально было назначено на [Ивана Лежанкина](#), но по неизвестной причине было не сделано в течение нескольких месяцев. Сделал Михаил Филимонов, Altinity.

## **22.13. + Посмотреть, почему не работают некоторые collations.**

Изначально было назначено на [Ивана Лежанкина](#), но в результате сделал Александр Сапин.

## **22.14. Посмотреть, почему не работает StorageSet для MergeTree таблиц при некоторых условиях.**

Вроде бы сделал Никита Михайлов - проверить существующие issues на эту тему.

## **22.15. Нормализация коммитов в Kafka и идемпотентности операций.**

Altinity.

## **22.16. Исправление низкой производительности кодека DoubleDelta.**

Василий Немков, Altinity - в процессе.

Мы считаем важным, что код в ClickHouse содержит разумные оптимизации, основанные на анализе производительности. Но иногда бывают досадные исключения.

## **22.17. Консистентно работающий POPULATE для MaterializedView.**

## **22.18. Исправление заметного падения производительности форматов после добавления доменов типов.**

Василий Немков, Altinity.

## **22.19. + Одновременное использование SAMPLE и PREWHERE.**

Нужно для Метрики. [Николай Кочетов](#), ноябрь 2019.

## **22.20. + Неправильная работа PREWHERE при некоторых условиях.**

[Николай Кочетов](#), декабрь 2019.

## **22.21. Неправильное поведение DateTime в районе начала unix epoch.**

Алексей Миловидов.

## **22.22. Nullable в функции transform и в CASE по множеству значений.**

После 10.14.

<https://github.com/ClickHouse/ClickHouse/issues/7237> <https://github.com/ClickHouse/ClickHouse/issues/2655>

## **22.23. Правильная обработка Nullable в функциях, которые кидают исключение на default значении: modulo, intDiv.**

## **22.24. Излишняя фильтрация ODBC connection string.**

Нужно для Метрики. Алексей Миловидов.

## **22.25. Избавиться от библиотеки btrie.**

Алексей Миловидов. Низкий приоритет.

## **22.26. Плохая производительность quantileTDigest.**

Алексей Миловидов или будет переназначено.

## **22.27. Проверить несколько PR, которые были закрыты zhang2014 и sundy-li.**

Алексей Миловидов.

## **22.28. Изучить и исправить поведение работы с Kafka при ребалансировке.**

Altinity.

## **22.29. Уязвимость DDL для словарей executable.**

[Александр Сапин](#)

23. Default Festival.

## **23.1. Включение minimalistic\_part\_header в ZooKeeper.**

Сильно уменьшает объём данных в ZooKeeper. Уже год в продакшене в Яндекс.Метрике. Алексей Миловидов, ноябрь 2019.

## **23.2. Включение distributed\_aggregation\_memory\_efficient.**

Есть риски меньшей производительности лёгких запросов, хотя производительность тяжёлых запросов всегда увеличивается.

## **23.3. Включение min\_bytes\_to\_external\_sort и min\_bytes\_to\_external\_group\_by.**

Желательно 5.2. и 13.1.

## **23.4. Включение синхронной записи в Distributed таблицы по-умолчанию.**

Есть гипотеза, что плохо работает на очень больших кластерах.

## **23.5. Включение compile\_expressions.**

Требует 7.2. Задачу изначально на 99% сделал Денис Скоробогатов, ВШЭ и Яндекс. Остальной процент доделывал Алексей Миловидов, а затем [Александр Сапин](#).

## **23.6. Включение учёта порядка столбцов в CSV.**

Просто аккуратно включить.

## **23.7. Включение NULL as Default в CSV.**

Просто аккуратно включить.

## **23.8. Включение оптимизации VALUES.**

Просто аккуратно включить.

## **23.9. Включение Processors.**

[Николай Кочетов](#).

## **23.10. Включение mlock бинарника.**

Возможность mlock бинарника сделал Олег Алексеенков. Поможет, когда на серверах кроме ClickHouse работает

много посторонних программ (мы иногда называем их в шутку "треш-программами").

## 24. Экспериментальные задачи.

### 24.1. Веб-интерфейс для просмотра состояния кластера и профилирования запросов.

Антон Мамонов, УрФУ, Яндекс.

Внутри ClickHouse есть богатые возможности по интроспекции и профилированию. Эти возможности доступны через системные таблицы и использовать их приходится путём формулирования SQL запросов. Это неудобно.

Вместо этого предлагается сделать, чтобы ClickHouse отдавал HTML страницу, реализующую интерактивный web-интерфейс со следующими возможностями: - отображение состояния кластеров (какие кластеры известны, статус каждого сервера); - графики нагрузки текущего сервера или выбранного сервера кластера; - обновляемый список запросов; - просмотр лога запросов с наиболее востребованными фильтрациями по одной кнопке; - просмотр лога на кластере, например - последние ошибки; - просмотр метрик использования ресурсов, flame graph и pprof-граф для выбранных запросов; - отчёт по использованию кластера (пример: количество ядер CPU по пользователям за сегодня).

### 24.2. Экспериментальные алгоритмы сжатия.

Анастасия Наумова, ВШЭ.

ClickHouse поддерживает LZ4 и ZSTD для сжатия данных. Эти алгоритмы являются парето-оптимальными по соотношению скорости и коэффициентам сжатия среди достаточно известных. Тем не менее, существуют менее известные алгоритмы сжатия, которые могут превзойти их по какому-либо критерию. Из потенциально более быстрых по сравнению коэффициенте сжатия: Lizard, LZSSE, density. Из более сильных: bsc и csc. Необходимо изучить эти алгоритмы, добавить их поддержку в ClickHouse и исследовать их работу на тестовых датасетах.

### 24.3. Экспериментальные кодеки.

Вероника Фалчикова, Лада Торчик, ВШЭ.

Существуют специализированные алгоритмы кодирования числовых последовательностей: Group VarInt, MaskedVByte, PFOR. Необходимо изучить наиболее эффективные реализации этих алгоритмов. Примеры вы сможете найти на <https://github.com/lemire> и <https://github.com/powturbo/> а также <https://github.com/schizofreny/middle-out>

Внедрить их в ClickHouse в виде кодеков и изучить их работу на тестовых датасетах.

### 24.4. Шифрование в ClickHouse на уровне кусков данных.

Yuchen Dong, ICT.

Данные в ClickHouse хранятся без шифрования. При наличии доступа к дискам, злоумышленник может прочитать данные. Предлагается реализовать два подхода к шифрованию:

1. Шифрование блоков данных. Шифрование данных столбцов на диске требуется реализовать в виде кодеков. Это позволит применять шифрование к отдельным столбцам; применять его после сжатия данных (эффективно, но менее безопасно) или без сжатия. Потребуется проработать работу с ключами: получение ключей из отдельного сервиса, правильная работа с ключами в оперативке. Отдельным вопросом стоит шифрование индексов.

### 24.5. Поддержка функций шифрования для отдельных значений.

Yuchen Dong, ICT.

Смотрите также 24.5.

1. Шифрование отдельных значений. Для этого требуется реализовать функции шифрования и расшифрования, доступные из SQL. Для шифрования реализовать возможность добавления нужного количества случайных бит для исключения одинаковых зашифрованных значений на одинаковых данных. Это позволит реализовать возможность "забывания" данных без удаления строк таблицы: можно шифровать данные разных клиентов разными ключами, и для того, чтобы забыть данные одного клиента, потребуется всего лишь удалить ключ.

## 24.6. Userspace RAID.

Глеб Новиков, ВШЭ.

RAID позволяет одновременно увеличить надёжность хранения данных на дисках и увеличить скорость работы дискового массива. Обычно RAID настраивается с помощью встроенных возможностей ядра Linux (mdraid) или с помощью hardware контроллера. У этого есть следующие ограничения:

1. Иногда (в облачной инфраструктуре некоторых компаний) сервер предоставляется с отдельными дисками, подмонтированными в виде отдельных разделов (JBOD), без возможности создания RAID.
2. В ClickHouse для обеспечения избыточности обычно используется репликация между серверами. Но при восстановлении одного из дисков RAID не используются данные с реплик, а в случае отказа одного из дисков в RAID-0, приходится передавать с реплик все данные, а не только данные, соответствующие одному из дисков. Это происходит, потому что RAID не интегрирован в ClickHouse и "не знает" про его особенности.
3. Отсутствуют продвинутые варианты обеспечения избыточности, как например, LRC.

Для преодоления этих ограничений, предлагается реализовать в ClickHouse встроенный алгоритм расположения данных на дисках.

## 24.7. Вероятностные структуры данных для фильтрации по подзапросам.

Рузель Ибрагимов, ВШЭ и Яндекс.

Частой задачей является выполнение запроса с фильтрацией по множеству, полученному по подзапросу. Пример: найти пользователей, которые заходили на сайт сегодня и заходили неделю назад. Это выражается в виде запроса: `SELECT UserID FROM table WHERE EventDate = today() AND UserID IN (SELECT ...)`. При выполнении этого запроса, сначала выполняется подзапрос в правой части `IN` и формируется хэш-таблица в оперативке; затем эта хэш-таблица используется для фильтрации.

Иногда объём данных достаточно большой, и хэш-таблица не помещается в оперативку. В этом случае можно рассмотреть в качестве варианта приближённый рассчёт: найти пользователей, которые заходили на сайт сегодня и наверное заходили неделю назад. Для этого можно вместо хэш-таблицы использовать Bloom Filter. Другая задача: найти пользователей, которые встречались, скорее всего, не менее некоторого количества раз. Для этого можно использовать Counting Bloom Filter. Также следует изучить структуры данных Quotient Filter и Cuckoo Filter, а ещё - секретный алгоритм Chaotic Map от Андрея Плахова.

Предлагается реализовать это в языке запросов ClickHouse с помощью специального синтаксиса, например `x IN BLOOM FILTER (n, m) (SELECT ...)`.

## 24.8. Специализация векторизованного кода для AVX/AVX2/AVX512 и ARM NEON.

Дмитрий Ковальков, ВШЭ и Яндекс.

Подавляющее большинство кода ClickHouse написана для x86\_64 с набором инструкций до SSE 4.2 включительно. Лишь отдельные редкие функции поддерживают AVX/AVX2/AVX512 с динамической диспетчеризацией.

В первой части задачи, следует добавить в ClickHouse реализации некоторых примитивов, оптимизированные под более новый набор инструкций. Например, AVX2 реализацию генератора случайных чисел pcg: <https://github.com/lemire/simdpcg>

Во второй части задачи, предлагается адаптировать существующие куски кода, использующие SSE intrinsics на

AVX/AVX2 и сравнить производительность. Также рассматривается оптимизация под ARM NEON.

## **24.9. Общий подход к CPU dispatching в фабрике функций.**

Дмитрий Ковальков, ВШЭ и Яндекс.

Продолжение 24.8.

## **24.10. Поддержка типов half/bfloat16/unum.**

Рустам Гусейн-заде, ВШЭ.

## **24.11. User Defined Functions.**

Игорь Минеев, ВШЭ.

ClickHouse предоставляет достаточно богатый набор встроенных функций языка запросов, но не позволяет пользователю добавлять свои функции без редактирования исходников и перекомпиляции системы. Это мотивировано следующими потенциальными проблемами:

1. ClickHouse является array-oriented системой, и все функции внутри кода принимают для обработки целые массивы, а не отдельные значения. Это усложняет внутренний интерфейс и делает его менее удобным для пользователя.
2. Предоставление возможности подключения UDF в виде shared библиотек, потребовало бы фиксировать этот интерфейс или поддерживать обратную совместимость, тогда как мы бы хотели, при разработке ClickHouse, менять этот интерфейс по своему усмотрению без оглядки.
3. Сложность внутренних структур данных повышает вероятность ошибок типа buffer overflow и повреждения памяти, что сильно затруднит сопровождение ClickHouse с пользовательскими функциями.

Тем не менее, можно выбрать более аккуратный подход, избегающий непосредственной линковки с shared библиотеками.

Сначала можно реализовать поддержку UDF в виде выражений, составленных из простых функций ClickHouse. В ClickHouse есть встроенная кодогенерация на LLVM, что позволит таким функциям работать весьма эффективно. Но этот подход весьма ограничен и поэтому не является исчерпывающим.

Затем предлагается реализовать поддержку UDF в виде исходников на C++, которые компилируются в runtime, с использованием заголовочных файлов ClickHouse. Требование компиляции из исходников вместо shared библиотек, позволит ослабить необходимость в поддержке совместимости ABI.

Для безопасности, потребуется исследовать возможность размещения буферов данных в shared memory для выполнения UDF в отдельных процессах с изоляцией по памяти. Возможно, для этого пригодится интеграция с Apache Arrow.

Также рассматривается возможность написания UDF на Rust, а также использование Web Assembly. Отдельно можно рассмотреть подключение NumPy и R и других технологий, которые предоставляют операции над целыми массивами.

## **24.12. GPU offloading.**

Риск состоит в том, что даже известные GPU базы, такие как OmniSci, работают медленнее, чем ClickHouse. Преимущество возможно только на полной сортировке и JOIN. Алексей Соловей, nVidia и Рита Коннова, ВШЭ.

В компании nVidia сделали прототип offloading вычисления GROUP BY с некоторыми из агрегатных функций в ClickHouse и обещают предоставить исходники в публичный доступ для дальнейшего развития. Предлагается изучить этот прототип и расширить его применимость для более широкого сценария использования. В качестве альтернативы, предлагается изучить исходные коды системы OmniSci или Alenka или библиотеку CUB <https://nvlabs.github.io/cub/> и применить некоторые из алгоритмов в ClickHouse.

## **24.13. Stream запросы.**

Пререквизит для ClickHouse как CEP-системы.

## **24.14. Window функции.**

Требует 2.1.

## **24.15. Поддержка полуструктурированных данных.**

Требует 1.14 и 2.10.

## **24.16. Улучшение эвристики слияний.**

В прошлом году исследование по этой задаче сделал Егор Соловьёв, ВШЭ и Яндекс.Такси. Его исследование показало, что алгоритм нельзя существенно улучшить путём изменения параметров. Но исследование ложное, так как рассмотрен только уже использующийся алгоритм. То есть, задача остаётся открытой.

## **24.17. Экспериментальные способы ускорения параллельного GROUP BY.**

Максим Серебряков

## **24.18. Не TCP протокол передачи файлов при репликации.**

## **24.19. Промежуточное состояние GROUP BY как структура данных для key-value доступа.**

## **24.20. Short-circuit вычисления некоторых выражений.**

Два года назад задачу попробовала сделать Анастасия Царькова, ВШЭ и Яндекс, но реализация получилась слишком неудобной и её удалили.

## **24.21. Реализация в ClickHouse протокола распределённого консенсуса.**

Имеет смысл только после 19.2.

## **24.22. Вывод типов по блоку данных. Вывод формата данных по примеру.**

Эльмир Марданов, ВШЭ.

ClickHouse является строго типизированной системой. Для того, чтобы прочитать данные в каком либо формате (например, CSV), требуется заранее указать типы данных. Если при чтении формата выясняется, что данные не могут быть прочитаны в рамках заданных типов, то кидается исключение.

ClickHouse также может использоваться для быстрой аналитики по локальным файлам, без загрузки их в базу данных (программа `clickhouse-local`). В этом случае, его использование может заменить `awk`, `sed`, `grep`. Но остается неудобство - необходимость указания типов данных.

Предлагается реализовать функциональность вывода типов по первому блоку данных путём применения эвристик и постепенного расширения типов.

Другая экспериментальная задача - реализация эвристик для обработки данных в неизвестном построчном текстовом формате. Детектирование CSV, TSV, JSON, детектирование разделителей и форматов значений.

## **24.23. Минимальная поддержка транзакций для множества вставок/чтений.**

Максим Кузнецов, ВШЭ.

Таблицы типа MergeTree состоят из набора независимых неизменяемых "кусков" данных. При вставках данных (`INSERT`), формируются новые куски. При модификациях данных (слияние кусков), формируются новые куски, а старые - становятся неактивными и перестают использоваться следующими запросами. Чтение данных (`SELECT`)

производится из снэпшота множества кусков на некоторый момент времени. Таким образом, чтения и вставки не блокируют друг друга.

Если же выполняется несколько запросов SELECT, то чтение данных может осуществляться из снэпшотов по состоянию на несколько разных моментов времени и быть неконсистентным. Пример: пользователю отображается отчёт из нескольких графиков и таблиц, но из-за того, что между разными запросами, данные успели обновиться, отображаемые данные не соответствуют друг другу.

Пример с другой стороны - пользователь хочет осуществить несколько вставок (INSERT) в одну или несколько таблиц, но так, чтобы данные появились в них атомарно с точки зрения других запросов (SELECT).

Для решения этих проблем, предлагается ввести глобальные метки времени для кусков данных (сейчас уже есть инкрементальные номера кусков, но они выделяются в рамках одной таблицы). Первым шагом сделаем эти метки времени в рамках сервера. Вторым шагом сделаем метки времени в рамках всех серверов, но неточные на основе локальных часов. Третьим шагом сделаем метки времени, выдаваемые сервисом координации.

#### **24.24. Реализация алгоритмов differential privacy.**

Артём Вишняков, ВШЭ.

<https://github.com/yandex/ClickHouse/issues/6874>

#### **24.25. Интеграция в ClickHouse функциональности обработки HTTP User Agent.**

Есть хороший код в Яндекс.Метрике. Получено согласие от руководства. Михаил Филитов, ВШЭ.

#### **24.26. Поддержка open tracing или аналогов.**

Александр Кожихов, ВШЭ и Яндекс.УТ.

#### **24.27. Реализация алгоритмов min-hash, sim-hash для нечёткого поиска полудубликатов.**

ucasFL, ICT.

Алгоритмы min-hash и sim-hash позволяют вычислить для текста несколько хэш-значений таких, что при небольшом изменении текста, по крайней мере один из хэшей не меняется. Вычисления можно реализовать на программах и словарных шинглах. Предлагается добавить поддержку этих алгоритмов в виде функций в ClickHouse и изучить их применимость для задачи нечёткого поиска полудубликатов.

#### **24.28. Другой sketch для квантилей.**

Похоже на quantileTiming, но с логарифмическими корзинами.

#### **24.29. Поддержка Arrow Flight.**

#### **24.30. ClickHouse как графовая СУБД.**

Amos Bird, но его решение слишком громоздкое и пока не open-source.

#### **24.31. Кореллированные подзапросы.**

Перепиывание в JOIN. Не раньше 21.11, 21.12, 21.9. Низкий приоритет.

#### **24.32. Поддержка GRPC.**

Мария Конькова, ВШЭ и Яндекс. Так жесмотрите 24.29.

В ClickHouse есть два основных протокола: родной протокол общения между серверами и HTTP/1.1 протокол. HTTP/1.1 протокол удобен для работы из самых разных языков программирования, но, в отличие от родного протокола, не поддерживает двусторонний обмен информацией во время запроса: - передачу информации о прогрессе во время выполнения запроса; - передачу логов во время выполнения запроса; - отмену выполнения

запроса в тот момент как данные ещё не начали передаваться;

Рассматривается вариант - поддержка GRPC в ClickHouse. Здесь есть неочевидные моменты, такие как - эффективная передача массивов данных в column-oriented формате - насколько удобно будет обернуть это в GRPC.

## 25. DevRel

### **25.1. + Перевод инструкции для начинающих разработчиков.**

Александр Казаков, ноябрь 2019.

### **25.2. Вычитка и выкладка статьи про обfuscацию данных на английском.**

Эми, Александр Казаков, Алексей Миловидов, ноябрь 2019. Готово к выкладке.

### **25.3. Подготовка статьи "Секреты оптимизации производительности ClickHouse".**

Алексей Миловидов, Леонид.

### **25.4. Подготовка статьи "Профайлер запросов: трудный путь".**

Алексей Миловидов, Леонид.

### **25.5. Подготовка статьи "Тестирование ClickHouse, которое мы заслужили".**

### **25.6. Перевод этих статей на английский.**

Требует 25.3, 25.4, 25.5. Эми

### **25.7. Перевод статьи Данилы Кутенина на английский.**

Эми

### **25.8. + Выступление keynote на BDTC.**

Алексей Миловидов

### **25.9. Подготовка докладчиков: khvostikao, ilezhankin, nikitamikhailov, akuzm и другие.**

[Ольга Хвостикова](#), [Иван Лежанкин](#), Никита Михайлов, [Александр Кузьменков](#). Уже готовые докладчики: Алексей Миловидов, [Николай Кочетов](#), [Александр Сапин](#). Получаем минимум 7 докладчиков в 2020 году.

### **25.10. Митапы в России и Беларуси: Москва x2 + митап для разработчиков или хакатон, Санкт-Петербург, Минск, Нижний Новгород, Екатеринбург, Новосибирск и/или Академгородок, Иннополис или Казань.**

Екатерина - организация

### **25.11. Митапы зарубежные: восток США (Нью Йорк, возможно Raleigh), возможно северо-запад (Сиэтл), Китай (Пекин снова, возможно митап для разработчиков или хакатон), Лондон.**

[Иван Блинков](#) - организация

### **25.12. Статья "научная" - про устройство хранения данных и индексов или whitepaper по архитектуре. Есть вариант подать на VLDB.**

Низкий приоритет. Алексей Миловидов.

### **25.13. Участие во всех мероприятиях Яндекса, которые связаны с разработкой бэкенда, C++ разработкой или с базами данных, возможно участие в DevRel мероприятиях.**

Алексей Миловидов и все подготовленные докладчики

## **25.14. Конференции в России: все HighLoad, возможно CodeFest, DUMP или UWDС, возможно C++ Russia.**

Алексей Миловидов и все подготовленные докладчики

## **25.15. Конференции зарубежные: Percona, DataOps, попытка попасть на более крупные.**

Алексей Миловидов и все подготовленные докладчики

## **25.16. Сайт play.clickhouse.**

Цель состоит в реализации сайта, на котором можно попробовать задавать произвольные запросы к временному экземпляру ClickHouse и изучать его поведение. Из похожих проектов можно отметить: [Compiler Explorer](#), <http://ideone.com/>, [SQLFiddle](#), [DB-Fiddle](#).

С помощью такого сайта можно решать следующие задачи: - ознакомление с языком запросов ClickHouse; - демонстрация примеров из документации; - демонстрация скорости работы на тестовых датасетах; - сравнение поведения разных версий ClickHouse друг с другом; - демонстрация неожиданного поведения или багов;

Требуется проработать вопрос безопасности и изоляции инстансов (поднятие в контейнерах с ограничениями по сети), подключение тестовых датасетов с помощью copy-on-write файловой системы; ограничения ресурсов.

## **25.17. Взаимодействие с ВУЗами: ВШЭ, УрФУ, ICT Beijing.**

Алексей Миловидов и вся группа разработки

## **25.18. Лекция в ШАД.**

Алексей Миловидов

## **25.19. Участие в курсе разработки на C++ в ШАД.**

## **25.20. Ещё одно сравнение производительности аналитических СУБД.**

Матвей Бубнов, УрФУ

Существуют мало известные специализированные СУБД, способные конкурировать с ClickHouse по скорости обработки некоторых классов запросов. Пример: TDEngine и DolphinDB , VictoriaMetrics , а также Apache Doris и LocustDB . Предлагается изучить и классифицировать архитектурные особенности этих систем - их особенности и преимущества. Установить эти системы, загрузить тестовые данные, изучить производительность. Проанализировать, за счёт чего достигаются преимущества.

## **25.21. Повторное награждение контрибьюторов в Китае.**

## **25.22. On-site помощь с ClickHouse компаниям в дни рядом с мероприятиями.**

[Иван Блинков](#) - организация

## **25.23. Новый мерч для ClickHouse.**

## **25.24. Конкурсы bughunter или оптимизации кода на C++.**

Проведение конкурсов должно начинаться для сотрудников Яндекса, пока нет согласования.

## **25.25. Семинары для потенциальных клиентов Яндекс.Облака.**

По мере необходимости. Алексей Миловидов, организация - Яндекс.Облако.

## **25.26. Участие в GSOC.**

Андрей Бородин пытается уговорить нас участвовать, но пока загружены задачей 25.17.

## 25.27. Обновить сайт ClickHouse.

Иван Блинков. Есть риски.

## Общие вопросы

### Почему бы не использовать системы типа MapReduce?

Системами типа MapReduce будем называть системы распределённых вычислений, в которых операция reduce сделана на основе распределённой сортировки. Наиболее распространённым opensource решением данного класса является [Apache Hadoop](#). Яндекс использует собственное решение — YT.

Такие системы не подходят для онлайн запросов в силу слишком большой latency. То есть, не могут быть использованы в качестве бэкенда для веб-интерфейса. Такие системы не подходят для обновления данных в реальном времени. Распределённая сортировка не является оптимальным способом выполнения операции reduce, если результат выполнения операции и все промежуточные результаты, при их наличии, помещаются в оперативку на одном сервере, как обычно бывает в запросах, выполняющихся в режиме онлайн. В таком случае, оптимальным способом выполнения операции reduce является хэш-таблица. Частым способом оптимизации map-reduce задач является предагрегация (частичный reduce) с использованием хэш-таблицы в оперативной памяти. Эта оптимизация делается пользователем в ручном режиме. Распределённая сортировка является основной причиной тормозов при выполнении несложных map-reduce задач.

Большинство реализаций MapReduce позволяют выполнять произвольный код на кластере. Но для OLAP задач лучше подходит декларативный язык запросов, который позволяет быстро проводить исследования. Для примера, для Hadoop существует Hive и Pig. Такжесмотрите Cloudera Impala, Shark (устаревший) для Spark, а также Spark SQL, Presto, Apache Drill. Впрочем, производительность при выполнении таких задач является сильно неоптимальной по сравнению со специализированными системами, а сравнительно высокая latency не позволяет использовать эти системы в качестве бэкенда для веб-интерфейса.

### Что делать, если у меня проблема с кодировками при использовании Oracle через ODBC?

Если вы используете Oracle через драйвер ODBC в качестве источника внешних словарей, необходимо задать правильное значение для переменной окружения `NLS_LANG` в `/etc/default/clickhouse`. Подробнее читайте в [Oracle NLS\\_LANG FAQ](#).

Пример

```
NLS_LANG=RUSSIAN_RUSSIA.UTF8
```