







**Оглавление**

[**История внесения изменений в документ**](#_67fhppq6fbhj) **3**

[**Лист согласования**](#_2et92p0) **4**

[**Список терминов и сокращений**](#_tyjcwt) **5**

[**Назначение документа**](#_3dy6vkm) **7**

[**Основные положения**](#_1t3h5sf) **8**

[Резюме для руководящего персонала](#_4d34og8) 8

[Объект тестирования](#_17dp8vu) 9

[Цели и задачи](#_26in1rg) 10

[**Выводы**](#_lnxbz9) **11**

[**Обнаруженные проблемы**](#_35nkun2) **12**

[**Рекомендации**](#_x8bzkbtih07z) **13**

[**Методика тестирования**](#_44sinio) **14**

[Профили нагрузки](#_2jxsxqh) 14

[Эмуляция нагрузки](#_z337ya) 14

[Критерии успешности проведения тестов](#_3j2qqm3) 15

[Отступления от методики тестирования](#_qj73stfm93t0) 15

[Проведённые тесты](#_1ci93xb) 16

[Ограничения тестирования](#_o24zows339um) 16

[**Результаты нагрузочного тестирования**](#_2bn6wsx) **17**

[Интенсивность нагрузки](#_7e2x35sb6bbt) 17

[Количество операций](#_v1m5g0d870fv) 19

[Времена отклика операций](#_3as4poj) 20

[Утилизация аппаратных ресурсов](#_ylwyvbsq1xcw) 23

[Соответствие требованиям на различных ступенях нагрузки](#_u0re5lcqhcba) 28

**Системный анализ 29**

**Приложения 33**

Приложение 1 33

Приложение 2 34

[**Контакты**](#_ihv636) **37**

# История внесения изменений в документ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Дата** | **Версия** | **Описание** | **Автор** |
| 28.08.2020 | 0.1 | Документ создан | Халилов Азат Ильдарович  Акбаров Эльдар Алижонович  Акматалиев Жоодар (Денис)  Россинская Лина Андреевна  Ермолаев Никита Константинович  Балобанов Владислав Андреевич |

# Лист согласования

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ФИО** | **Должность** | **Подпись** | **Дата** |
| Байчер Светлана Дмитриевна |  |  |  |
| Александр Макаров |  |  |  |

# Список терминов и сокращений

|  |  |
| --- | --- |
| **Термин** | **Полное наименование** |
| НТ | Нагрузочное тестирование |
| БД, DB | База данных |
| Intercom | Система, осуществляющая двустороннюю внутреннюю связь |
| Mail | Система, осуществляющая email-рассылки пользователям сервиса |
| ПО | Программное обеспечение |
| ИС | Информационная система |
| HTTP | Протокол прикладного уровня передачи данных |
| SLA | Service Level Agreement, соглашение об уровнях сервиса |
| ОС | Операционная система |
| VU | Виртуальный пользователь |
| Заказчик | UXCrowd |
| Исполнитель | ООО «Перфоманс Лаб» |
| Скрипт | Компьютерная программа, использующая готовые программные компоненты для реализации некоторой последовательности действий |
| LoadRunner | Утилита для автоматизированного нагрузочного тестирования |
| Час(ы) пиковой нагрузки (ЧПН) | Период наибольшей активности системы в течение дня |
| Сценарий нагрузочного тестирования | Описание количества виртуальных пользователей, их логики работы, интенсивности выполнения операций |
| Эмулятор \ Заглушка | Программа или скрипт инструмента НТ, заменяющий внешнюю систему в тех случаях, когда невозможно разворачивание экземпляра реальной внешней системы для целей НТ |
| Средства нагрузочного тестирования | Программные инструменты и скрипты, используемые для генерации нагрузки на систему и эмуляции работы внешних систем |
| Бизнес-процесс (БП) | Набор пользовательских действий для проведения операций в системе |
| Тестовый сценарий (тест-кейс, test case) | Последовательность действий, ожидаемых результатов, которая описывает один бизнес-процесс |
| Время отклика | Время реакции системы на операцию (транзакцию) |
| Виртуальный пользователь | Отдельно работающий поток нагрузочного инструмента, эмулирующий работу бизнес-процесса от пользователя или внешней системы |
| Генератор нагрузки | Хост, с которого происходит подача нагрузки на Систему. Может использоваться как для запуска скриптов, так и для размещения эмуляторов |
| Нагрузочная станция | См. Генератор нагрузки |
| Grafana | ПО для отображения измеряемых показателей производительности |
| Github | Сервер системы контроля версий |

# Назначение документа

Данный документ представляет собой отчет по результатам нагрузочного тестирования системы «UXCrowd», проведенного специалистами компании «Перфоманс Лаб» для Заказчика «UXCrowd» в августе 2020 года. Документ содержит краткую методику, результаты нагрузочного тестирования, выводы о производительности системы и рекомендации по оптимизации.

# Основные положения

## Резюме для руководящего персонала

Анализ результатов нагрузочного тестирования выявил, что Система не соответствует требованиям производительности.

Максимальная производительность Системы находится в диапазоне 40-60% от профиля нагрузки.

Во время нагрузочного тестирования были обнаружены следующие проблемы:

1. Система не располагает достаточным дисковым пространством;
2. Бизнес-процессы “Загрузка видео на сайт” (UC04) и “Просмотр результатов теста клиентом” (UC05) не отвечают требованиям по времени отклика при любом профиле нагрузки;
3. При загруженности системы в 40-60% от профиля, времена отклика превышают максимально допустимые;

4) Бизнес-процесс “Просмотр результатов теста клиентом” (UC05) стабильно не получает ответ от сервера при 70% от профиля нагрузки.

## Объект тестирования

Объектом тестирования является сервис для удаленных немодерируемых тестирований на пользователях UXCrowd.

Основная нагрузка на систему создается путем эмуляции работы пользователей в системе, выполняющих основную операционную деятельность: прохождение тестов, проверка результатов и регистрация в сервисе.

Подробнее объект тестирования и тестовая модель описаны в [методике нагрузочного тестирования](https://drive.google.com/open?id=1C3_dVmgJqTE6Agn3uNLaJRqFqhAFQ0atdkUNv0VDKf0).

## Цели и задачи

Нагрузочное тестирование преследует следующие цели:

1. Выявление соответствия системы поставленным требованиям производительности (описаны в соответствующих разделах для каждой из тестируемых подсистем).
2. Определение максимальной производительности системы и выявление узких мест компонент системы.
3. Подтверждение максимальной производительности системы.
4. Локализация факторов ограничивающих производительность Системы. Предоставление и проверка рекомендаций по их устранению.

К основным задачам нагрузочного тестирования относятся:

* Разработка тестовой модели нагрузочного тестирования (скрипты).
* Описание структуры стенда нагрузочного тестирования.
* Проведение испытаний в тестовой среде.
* Подготовка отчетов по результатам тестов.

# Выводы

На основе результатов тестирования был произведён анализ, который позволяет сделать следующие выводы:

1. **Система не удовлетворяет требованиям производительности** для 100% профиля нагрузки.
   1. Начиная с 60% нагрузки времена отклика операций, выполняемых с помощью веб-интерфейса, могут превышать допустимое значение (3 секунды) в 2-13 раз, увеличиваясь с каждым последующим повышением на 10% ([ссылка: Времена отклика операций](#_3as4poj)).
   2. Бизнес-процессы загрузки видео на сайт (UC04) и просмотра видео клиентом (UC05) не отвечают требованиям при любом уровне нагрузки.
   3. Также стоить отметить сбой в работе UC05 при нагрузке 70%.
2. **Аппаратные ресурсы не удовлетворяют требованиям системы**, что подтверждается высокой загруженностью ресурсов системы в ходе тестирования и является одной из главных причин низкой производительности. ([ссылка: Утилизация аппаратных ресурсов](#_ylwyvbsq1xcw)).
3. **Максимальная производительность** системы находится в диапазоне 40%-60%. А времена отклика некоторых транзакций изначально превышают SLA 3 секунды.
4. В процессе тестирования был зафиксирован ряд влияющих на производительность проблем, список которых можно найти в разделе “Обнаруженные проблемы” ([ссылка: Обнаруженные проблемы](#_35nkun2)).

# Обнаруженные проблемы

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Проблема** | **Описание** | **Статус** | **Дата** |
| 1 | Проблема утилизации CPU. | В процессе конвертации видео уровень загруженности CPU поднимается до 80% и более, что замедляет выполнение других операций. | Не решена. | 28.08.2020 |
| 2 | Нехватка дискового пространства. | Объем дискового пространства (160 Гб) недостаточен для проведения тестирования (202 Гб) и поддержания нагрузки. Необходима постоянная очистка в процессе тестирования. | Не решена. | 28.08.2020 |
| 3 | Медленная обработка очереди конвертации видеороликов. | При интенсивной загрузке пользователями видео значительно увеличиваются объемы очереди, что способствует высокой нагруженности сервера продолжительное время. | Не решена. | 28.08.2020 |

# 

# Рекомендации

1. Оптимизировать параллельную работу потоков на сервере для равномерного распределения нагрузки.
2. Выделить отдельный сервер для обработки загружаемого видео.
3. Расширить объем дискового пространства (160 Гб) для хранения видео в 2 раза.
4. Провести еще одну итерацию нагрузочного тестирования после оптимизации. Это позволит подтвердить, что оптимизация проведена успешно, дефекты исправлены и система удовлетворяет всем требованиям производительности.

# Методика тестирования

Нагрузочное тестирование проводилось в соответствии с документом [Методика нагрузочного тестирования UXCrowd](about:blank) разработанным компанией «Перфоманс Лаб» и согласованным с Заказчиком (далее – методика тестирования).

## Профили нагрузки

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Операция | Нагрузка (операций/час) | % от нагрузки боевого стенда | |
| 1 | регистрация клиента | 308 | 100 | |
| 2 | создание теста | 308 |
| 3 | регистрация тестировщика | 1538 |
| 4 | прохождение теста | 1538 |
| 5 | просмотр видео | 308 |

## Эмуляция нагрузки

Моделирование нагрузки от операционной деятельности производится с использованием ПО HP LoadRunner 12.55, предназначенного для создания тестов и проведения тестирования.

Нагрузка подается от тонкого клиента, который контактирует с proxy-сервером Nginx посредством протокола HTTPS, который посредством протокола HTTP отправляет данные на Frontend  сервер. Frontend сервер взаимодействует по протоколу HTTP с Backend сервером. Backend сервер взаимодействуют с БД PostgreSQL и при регистрации нового пользователя передает информацию через HTTPS системе Intercom, а так же через SMTP отсылает сообщению пользователю. Системы Intercom и Mail не являются объектами нагрузки.

Подробнее эмуляция нагрузки описана в методике нагрузочного тестирования в разделе «Моделирование нагрузки» ([ссылка на раздел](https://docs.google.com/document/d/1C3_dVmgJqTE6Agn3uNLaJRqFqhAFQ0atdkUNv0VDKf0/edit#heading=h.qsh70q)).

## Критерии успешности проведения тестов

Тест считается успешным, если:

* В процессе тестирования запросы выполнялись с частотой, соответствующей профилю тестирования (*в процессе тестирования возникло не более 5% ошибок*).
* По окончании теста получены данные по временам отклика Системы и по использованию системных ресурсов и соответствуют требованиям производительности.
* Критерии проверяются по данным, полученным за интервал стабилизированной нагрузки длительностью не менее 60 минут.

***Критерий работоспособности системы.***

* отклонение от требований к временам отклика не должно превышать 5 %;
* средняя утилизация CPU не должна превышать 80%
* 90% от всех операций должны удовлетворять требованиям к временам отклика;
* общее количество ошибок не должно превышать 10%.

Подробнее критерии оценки результатов теста описаны в методике нагрузочного тестирования в разделе «Требования к производительности» ([ссылка на раздел](https://docs.google.com/document/d/1C3_dVmgJqTE6Agn3uNLaJRqFqhAFQ0atdkUNv0VDKf0/edit#heading=h.1mrcu09)).

## 

## Отступления от методики тестирования

Тестирование было проведено с отступлениями от методики, в связи с несоответствием системы требуемым показателям дискового пространства.

Во время тестирования из-за ограничения дискового пространства на сервере, пришлось 2 раза проводить очистку диска.

Тестирование началось 28.08.2020 в 21:28 и закончилось 29.08.2020 в 01:21. Очистка диска была проведена в 23:12(через 1 час и 46 минут после начала) и в 00:42(через 3 часа и 10 минут).

За одну процедуру было очищено около 25% (40 Гб) от общего объема дискового пространства (160 Гб). Чистке подверглись загружаемые пользователями видеоролики.

Также, в скриптах UC04(выполнение теста) и UC05(просмотр видео) использовалась программу “Fiddler 4” в качестве прокси сервера, т.к. у HP LoadRunner 12.55 наблюдались проблемы с временем отклика.

## Проведённые тесты

*Таблица 1 Список проведенных тестов*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Вид теста | Описание | Дата и время | Длительность (ч) | Статус теста | Результаты |
| 1 | Поиск максимальной производительности | Нагрузка подавалась в соответчики с [профилем тестирования](#_2jxsxqh) | 28.08.20 21:28 | 3:53 | Валидный | Выявлены дефекты, описанные в разделе [Результаты нагрузочного тестирования](#_2bn6wsx) |

## Ограничения тестирования

В рамках проводимого нагрузочного тестирования имелись следующие ограничения:

* Данное тестирование не является функциональным и не служит для выявления функциональных дефектов, в то же время, обнаруженные в ходе проведения работ дефекты регистрируются и передаются Заказчику.
* Тестирование не направлено на выявление дефектов в аппаратной части стенда.
* Не оценивается влияние загруженности каналов связи.
* Перед проведением тестирования на этапе создания нагрузочных скриптов версии компонент информационной системы фиксируются и не изменяются до окончания тестирования, за исключением случаев устранения ошибок, мешающих дальнейшему проведению работ по тестированию.
* Специалисты Заказчика предоставляют профиль нагрузки.
* Организация, работоспособность и доступность тестового стенда обеспечивается Заказчиком.
* Нагрузка с использованием инструмента LoadRunner ограничена 50VU
* Системы Intercom, Mail присутствуют в тестовом контуре, но не участвуют в нагрузочном тестировании, так как будем считать, что они несут минимальную нагрузку на систему.

В ходе тестирования не было выявлено дополнительных ограничений.

# Результаты нагрузочного тестирования

## Интенсивность нагрузки

В тесте на максимальную производительность было выполнено постепенное повышение нагрузки по профилю тестирования до момента деградации производительности, с шагом увеличения нагрузки равном 10% каждые 18 минут (Ramp-up 3 мин, длительность ступени 15 мин).

График: Зависимость изменения интенсивности операций от уровня нагрузки

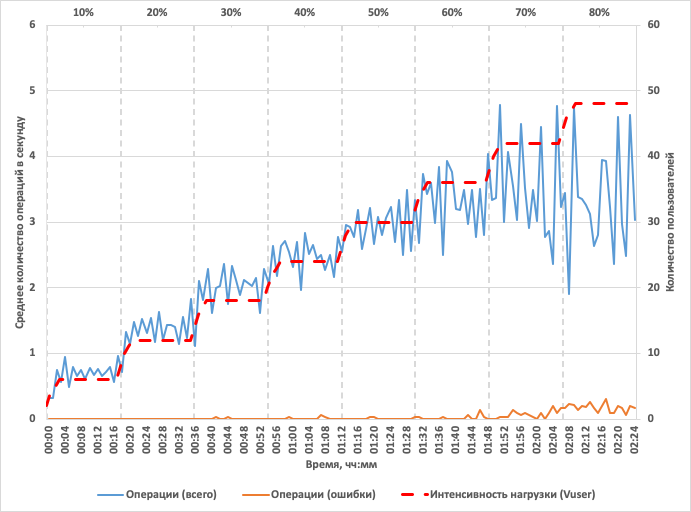
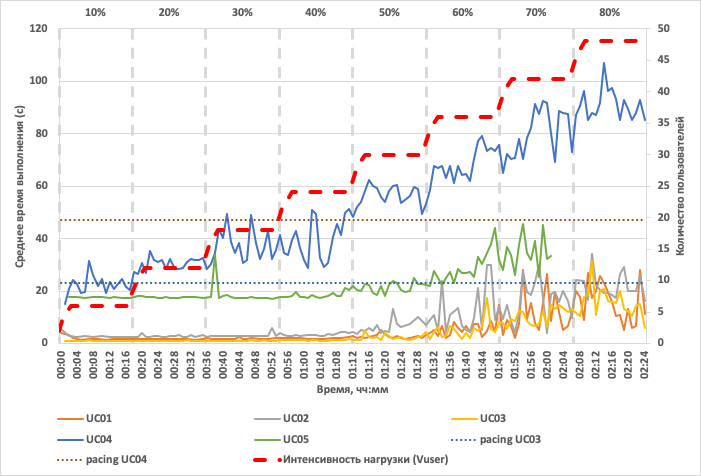


График: Зависимость времени отклика операций от уровня нагрузки



На графике видно резкое увеличение Среднего времени выполнения скриптов, что является критичным для UC04 для корректной подачи нагрузки: начиная с 50% нагрузки Среднее время выполнения скрипта превышает его pacing. Также необходимо отметить тот факт, что за 4 минуты до конца ступени 70% нагрузки перестает успешно выполняться скрипт UC05 и на протяжении ступени 80% не выполнился успешно ни разу. За время ступени 80% нагрузки - скрипт UC05 выдал 64 ошибки. Все 64 ошибки HTTP Status-Code = 500. Также следует отметить тот факт, что данный сбой мог произойти и на более ранних ступенях интенсивности, при подаче корректной нагрузке по UC04 (начиная с 50% нагрузки интенсивность нагрузки по UC04 была меньше планируемой). Исходя из вышеизложенного можем сделать вывод что максимальная производительность системы находится в диапазоне 40%-60%.

## Количество операций

Таблица: Количество выполненных операций

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Интенсивность оп./ч. | Р.к.оп. | Ф.к.оп.  UC01 | % UC01 | Ф.к.оп.  UC02 | %  UC02 | Ф.к.оп.  UC05 | %  UC05 |
| 10% | 30,8 | 8 | 8 | 0% | 8 | 0% | 8 | 0% |
| 20% | 61,6 | 15 | 12 | 20% | 16 | 7% | 16 | 7% |
| 30% | 92,4 | 23 | 16 | 30% | 23 | 0% | 23 | 0% |
| 40% | 123,2 | 31 | 19 | 39% | 17 | 45% | 31 | 0% |
| 50% | 154 | 39 | 31 | 21% | 22 | 44% | 39 | 0% |
| 60% | 184,8 | 46 | 37 | 20% | 30 | 35% | 45 | 2% |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Интенсивность оп./ч. | Р.к.оп. | Ф.к.оп. UC03 | % UC03 | Ф.к.оп. UC04 | % UC04 |
| 10% | 153,8 | 38 | 39 | 3% | 38 | 0% |
| 20% | 307,6 | 77 | 78 | 1% | 76 | 1% |
| 30% | 461,4 | 115 | 117 | 2% | 109 | 5% |
| 40% | 615,2 | 154 | 157 | 2% | 145 | 6% |
| 50% | 769 | 192 | 193 | 1% | 157 | 18% |
| 60% | 922,8 | 231 | 234 | 1% | 151 | 35% |

Р.к.оп. - расчетное количество операций за ступень (15 мин)

Ф.к.оп. - фактическое количество операций за ступень (15 мин)

% - % расхождения фактического и расчетного количества операций

## Времена отклика операций

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 10% | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% |
| UC01\_TR01\_Open\_Main\_Page | 1.355 | 1.074 | 1.274 | 2.283 | 1.446 | 1.516 | 4.011 | 1.812 |
| UC01\_TR02\_Reg\_New\_Client | 0.605 | 0.642 | 1.013 | 1.122 | 2.15 | 14.392 | 27.46 | 38.651 |
| UC01\_TR03\_DB\_update | 0.135 | 0.124 | 0.161 | 0.157 | 0.141 | 0.164 | 0.169 | 0.151 |
| UC02\_TR\_001\_mainpage\_open | 1.048 | 1.125 | 1.116 | 1.601 | 2.485 | 11.484 | 19.26 | 22.48 |
| UC02\_TR01\_loginpage\_open | 0.053 | 0.052 | 0.053 | 0.058 | 0.128 | 0.075 | 0.115 | 0.149 |
| UC02\_TR02\_user\_login | 0.741 | 1.128 | 0.886 | 1.191 | 6.076 | 7.604 | 19.745 | 21.544 |
| UC02\_TR03\_newtest\_open | 0.292 | 0.338 | 0.358 | 0.451 | 1.166 | 0.766 | 1.124 | 1.124 |
| UC02\_TR04\_audince\_open | 0.071 | 0.095 | 0.081 | 0.12 | 0.189 | 0.253 | 0.258 | 0.305 |
| UC02\_TR05\_tasks\_open | 0.077 | 0.136 | 0.117 | 0.163 | 0.865 | 0.271 | 0.236 | 0.389 |
| UC02\_TR06\_add\_task | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| UC02\_TR07\_test\_start | 0.217 | 0.228 | 0.211 | 0.263 | 0.565 | 0.416 | 0.638 | 1.285 |
| UC02\_TR08\_start\_free\_test | 0.153 | 0.238 | 0.157 | 0.26 | 0.435 | 0.678 | 0.602 | 1.558 |
| UC02\_TR09\_back\_to\_test\_list | 0.259 | 0.312 | 0.283 | 0.334 | 0.525 | 1.493 | 2.914 | 3.605 |
| UC02\_TR10\_logout | 0.106 | 0.082 | 0.077 | 0.099 | 0.562 | 0.444 | 0.691 | 2.153 |
| UC03\_TR01\_mainpage\_open | 0.526 | 0.508 | 0.472 | 0.541 | 2.86 | 8.344 | 18.997 | 22.137 |
| UC03\_TR02\_signupdata\_post | 0.725 | 0.747 | 0.893 | 1.073 | 2.24 | 4.704 | 8.411 | 14.976 |
| UC04\_TR01\_main\_page\_open | 0.956 | 0.951 | 0.959 | 1.646 | 1.238 | 1.655 | 2.971 | 1.806 |
| UC04\_TR02\_enter\_button | 0.057 | 0.055 | 0.056 | 0.056 | 0.067 | 0.081 | 0.161 | 0.084 |
| UC04\_TR03\_login | 0.375 | 0.482 | 0.61 | 0.647 | 0.91 | 1.097 | 3.275 | 1.551 |
| UC04\_TR04\_test\_select | 15.538 | 22.853 | 31.712 | 37.495 | 47.832 | 51.698 | 56.692 | 52.163 |
| UC04\_TR05\_test | 0.255 | 0.228 | 0.243 | 0.289 | 0.362 | 0.589 | 0.705 | 0.712 |
| UC04\_TR06\_video\_load | 12.944 | 14.91 | 18.359 | 18.749 | 23.049 | 30.392 | 43.767 | 49.837 |
| UC04\_TR07\_logout | 0.066 | 0.082 | 0.073 | 0.076 | 0.385 | 0.922 | 0.949 | 1.163 |
| UC05\_TR001\_Mainpage\_open | 1.882 | 1.823 | 1.767 | 3.021 | 6.014 | 12.324 | 16.298 | 20.466 |
| UC05\_TR01\_login | 1.322 | 1.329 | 1.39 | 1.779 | 4.864 | 9.151 | 20.897 | 30.279 |
| UC05\_TR02\_test\_page\_open | 0.229 | 0.223 | 0.285 | 0.35 | 0.71 | 0.567 | 1.181 | 1.93 |
| UC05\_TR03\_test\_video\_open | 4.409 | 4.513 | 4.495 | 5.398 | 6.437 | 6.389 | 6.898 | 0 |
| UC05\_TR04\_test\_video\_play | 10.087 | 10.085 | 10.084 | 10.157 | 10.132 | 10.176 | 10.29 |  |
| UC05\_TR05\_test\_video\_stop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |
| UC05\_TR06\_logout | 0.078 | 0.123 | 0.116 | 0.096 | 4.798 | 9.643 | 9.183 |  |

Время отклика транзакций UC04\_TR04\_test\_select, UC04\_TR06\_video\_load, UC05\_TR03\_test\_video\_open, UC05\_TR04\_test\_video\_play изначально не соответствует SLA (<=3 сек.). С увеличением нагрузки нагрузки наблюдается сильный рост времени отклика транзакций. Наиболее сильный рост времени отклика с ростом интенсивности показывает UC04, а именно UC04\_TR04\_test\_select (Транзакция загрузки страницы с тестами для выбора теста) и UC04\_TR06\_video\_load (Транзакция отправки видео на сервер).

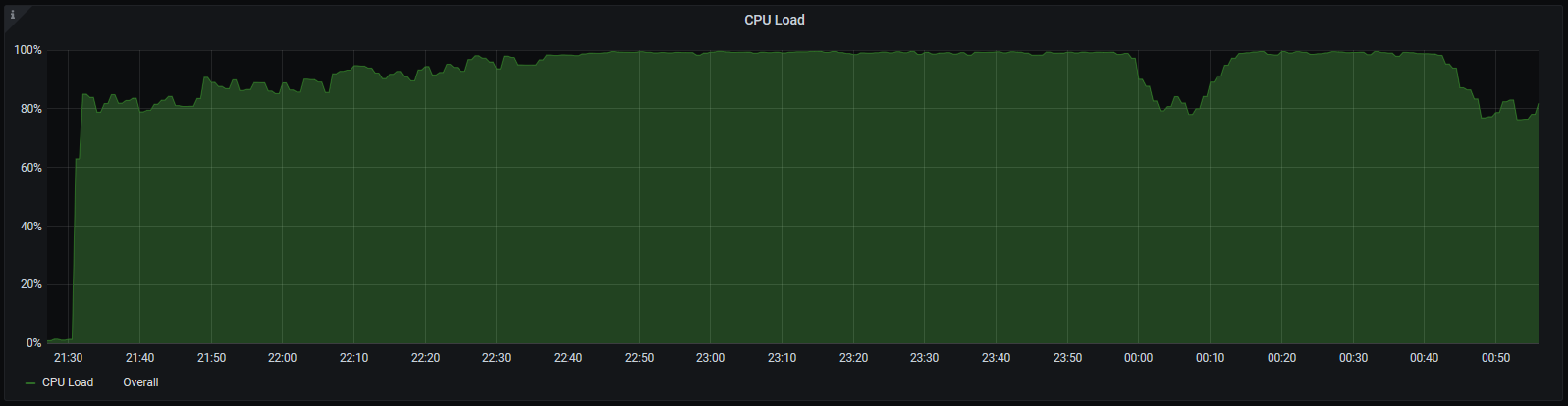
Также на графике расположенном выше можно наблюдать рост времен отклика и других транзакций с 60% нагрузки.

Красным цветом в таблице 6 выделены времена выполнения транзакций, превышающие 3 секунды.

## Утилизация аппаратных ресурсов

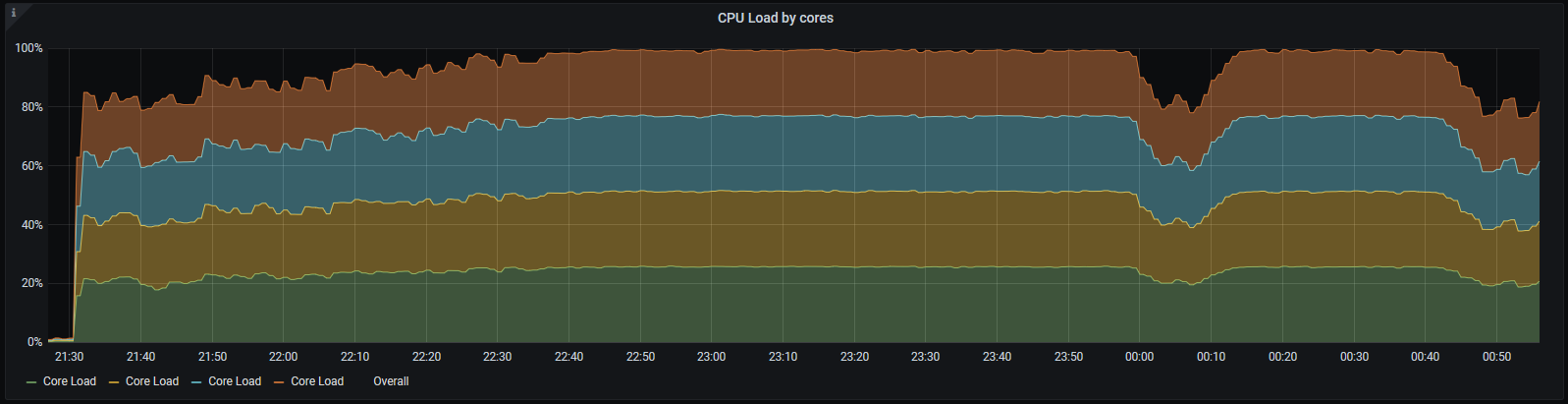
Утилизация CPU

**График: Утилизация CPU в ходе теста на максимальную производительность.**



Из графика выше видно, что уровень утилизации CPU возрастает до 80% еще до выхода на первую ступень теста (10% нагрузки) и доходит до 100% в ходе проведения четвертой ступени (40% нагрузки). Возвращение утилизации на уровень 80% происходит в промежуток между завершением восьмой ступени (80% нагрузки) и началом девятой ступени (90%) тестирования. Исходя из этого можно сделать вывод, что основную нагрузку на CPU оказывал скрипт по прохождению теста с последующей загрузкой видео.

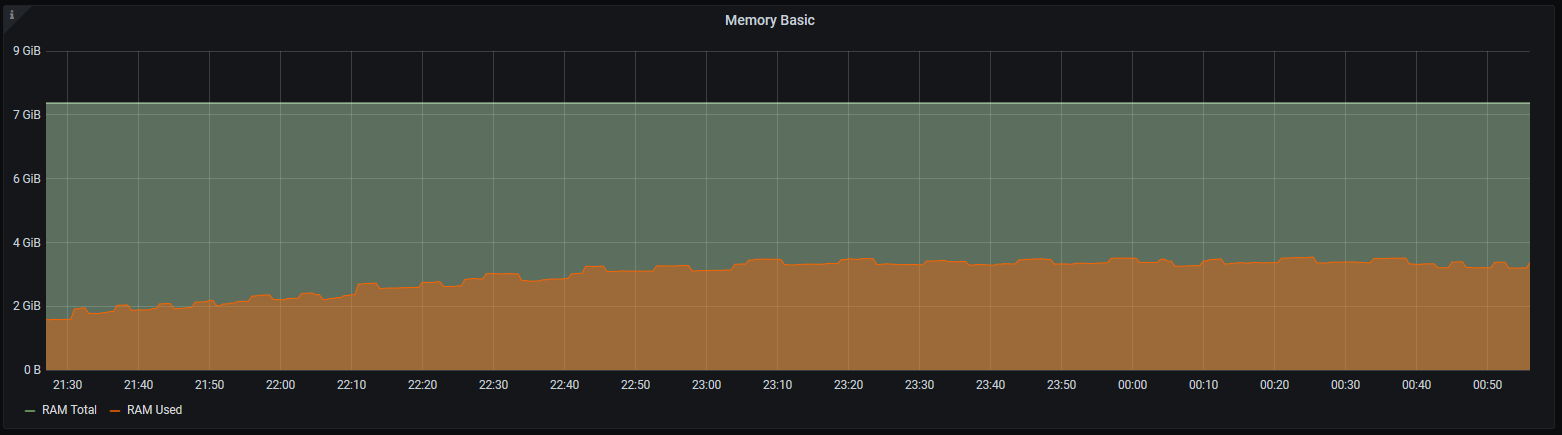
**График: Утилизация CPU по ядрам в ходе теста на максимальную производительность.**



Нагрузка распределялась равномерно по всем 4-м ядрам системы.

Утилизация памяти

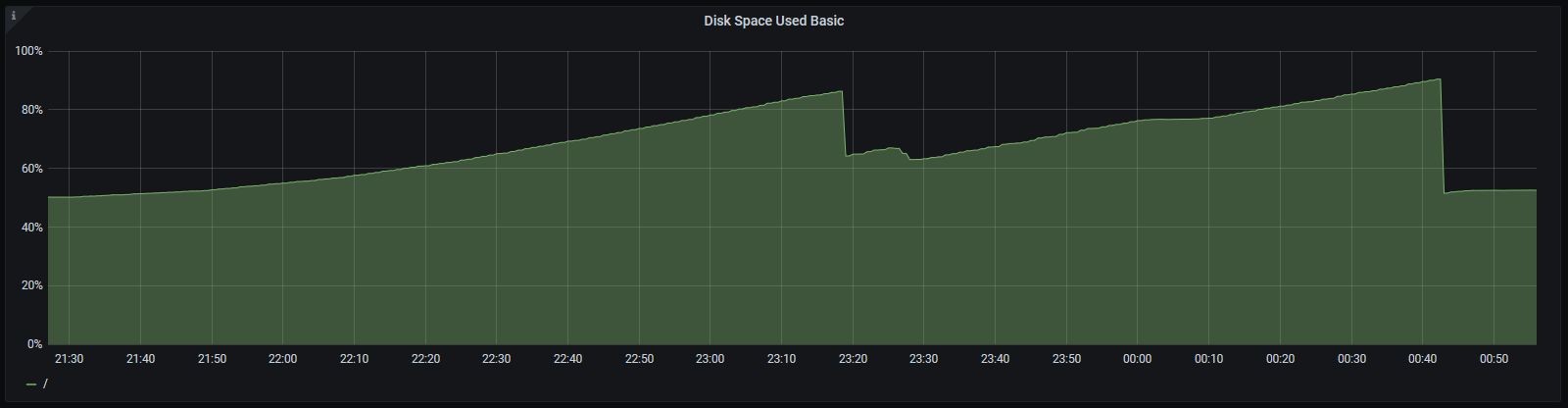
**График: Использование оперативной памяти.**



По графику «Использование оперативной памяти» видно, что объём использованной памяти возрастает примерно на 0.6 Гб (7.5%) от стартовых значений к моменту достижения максимальной производительности.

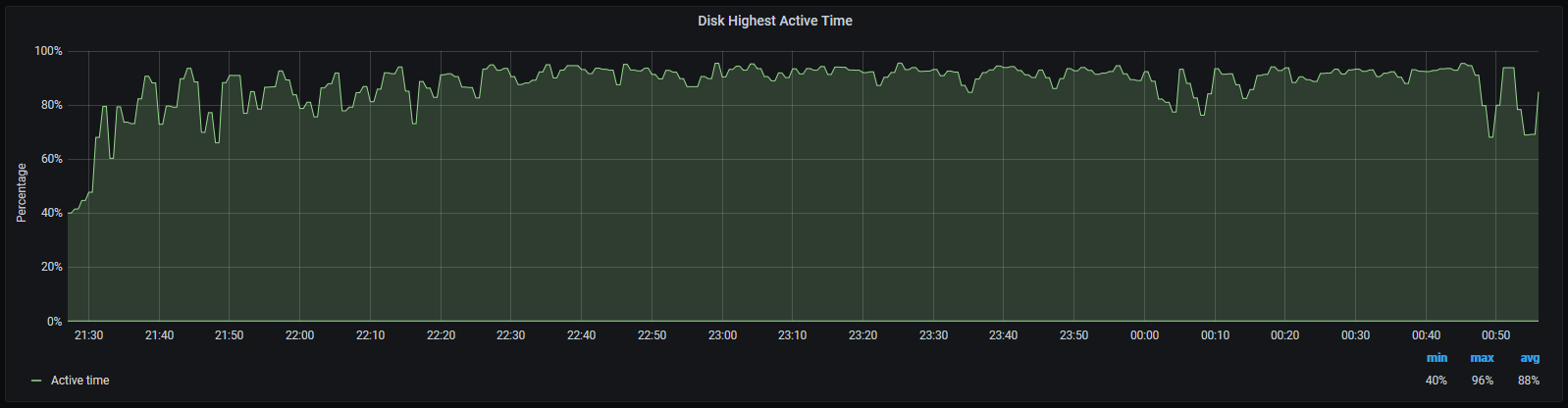
Утилизация дисковой подсистемы.

**График: Общая загрузка диска в ходе теста на максимальную производительность.**



Диск заполнялся крайне быстро, со скоростью около 25% в час. В связи с недостаточным объемом диска, в ходе тестирования дважды потребовалось очистить его, что отражено на графике. Без подобной очистки достигнуть 100% нагрузки невозможно, т.к. для этого необходимо 202 Гб дискового пространства, в то время как тестовый сервер располагает лишь 160 Гб.

**График: Максимальное активное время диска в ходе теста на максимальную производительность.**



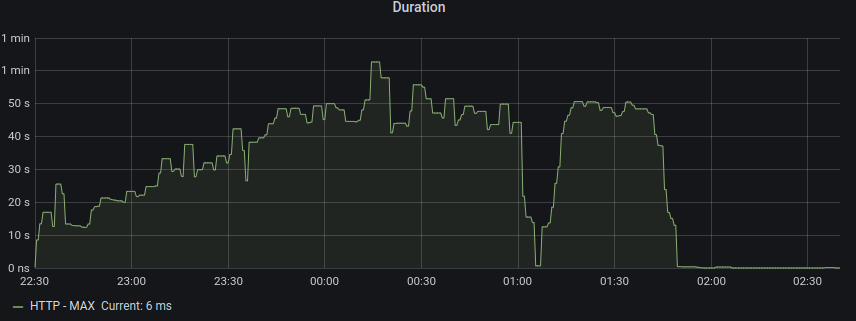
В среднем на протяжении тестирования активное время диска держалось около 90%.

Вывод: основываясь на полученных данных, можно обозначить следующие проблемы, связанные с аппаратными ресурсами системы:

* Высокая загруженность CPU при загрузке и обработке видео;
* Недостаточный объем диска;

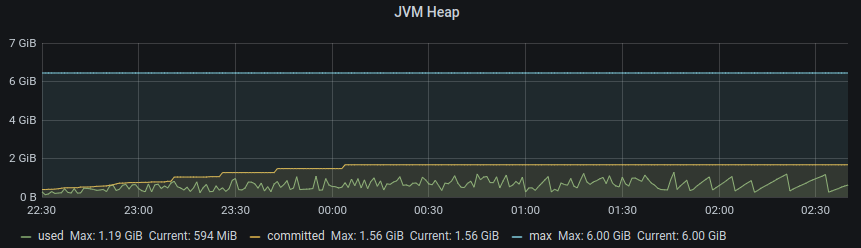
**Утилизация ресурсов Java Virtual Machine**

**График: Время обработки HTTP запросов**



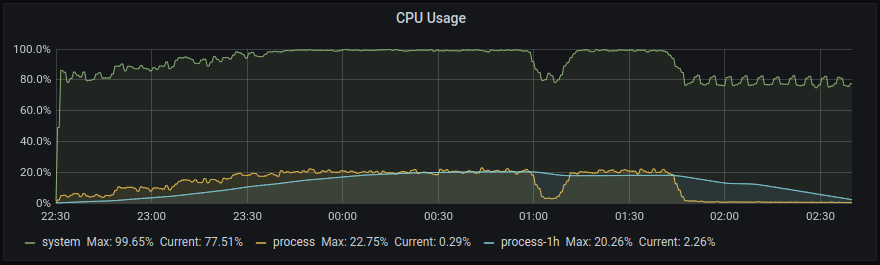
По представленному выше графику можно заметить, что время обработки запросов, взаимодействующих с JVM, коррелирует с временами ответов на самые тяжелые транзакции в Системе.

**График: Объем кучи в памяти**



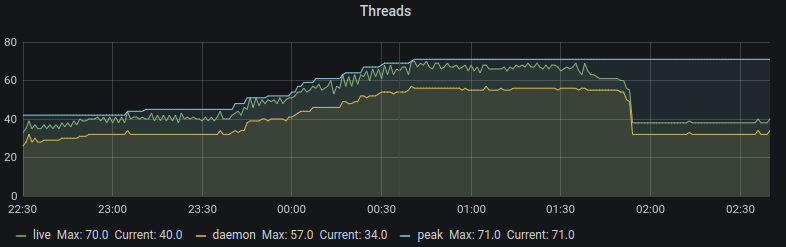
Из графика выше видно, как практически сразу увеличивается объём потребляемой памяти JVM в heap (куча) с ростом нагрузки и доходит до пикового значения около 2 Гб на 50%. Далее рост не наблюдается.

**График: Загруженность CPU**



По представленному выше графику можно судить о достижении предела утилизации CPU во время работы системы уже в течение первого часа теста, что, вместе с другими графиками утилизации ресурсов JVM, коррелирует с метриками утилизации аппаратных ресурсов и подводит в выводу о недостаточной производительности процессора или его неадекватной утилизации.

**График: Число потоков**



Из графика следует, что с увеличением нагрузки, начиная от 40% профиля постепенно увеличивается количество потоков и потоков-демонов(процессы на заднем фоне), пока на 60% не будет достигнуто максимальное значение, которое сохраняется до конца теста.

## 

## Соответствие требованиям на различных ступенях нагрузки

Таблица 3 Критерии успешности тестирования на различных ступенях нагрузки

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Критерий\ступень теста** | **10%** | **20%** | **30%** | **40%** | **50%** | **60%** | **70%** | **80%** | **90%** | **100%** |
| SLA по времени отклика |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Требования к утилизации CPU сервера приложений |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Требования к утилизации CPU сервера БД |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Требования к утилизации ОЗУ сервера приложений |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Требования к утилизации ОЗУ сервера БД |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Требование к максимальному допустимому отклонению от профиля нагрузки |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Требование к % ошибок |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

В таблице отображено соответствие проведенного теста критериям для каждой из ступеней теста. Зеленым отмечены те критерии, которым тест удовлетворяет при подаче соответствующей нагрузки.

# Системный анализ

Поскольку анализ результатов тестирования Системы выявил несоответствие временных нормативов отработки некоторых операций, специалистами Исполнителя было проведено дополнительное исследование на предмет выявления узких мест системы. Помимо заключения о низкой производительности системы и неадекватной утилизации ресурсов процессами, связанными с конвертацией загружаемых пользователями видеофайлов, было также проведено исследование базы данных с целью выявления запросов, занимающих больше всего времени, либо отрабатывающих с нестабильным временем выполнения. Для исследования были использованы метрики расширения pg\_stat\_statements СУБД PostgreSQL.   
  
Оценка запросов, выполнение которых занимало больше всего времени (за период сбора статистики), выполнена на основе статистики, полученной следующим запросом:

|  |
| --- |
| SELECT query, calls, total\_time, max\_time, mean\_time, min\_time, rows,  100.0 \* shared\_blks\_hit /  nullif(shared\_blks\_hit + shared\_blks\_read, 0) AS hit\_percent  FROM pg\_stat\_statements ORDER BY max\_time DESC; |

Следующие три запроса показали наиболее длительное время выполнения:

|  |
| --- |
| ======== QUERY 1 ========  query: select distinct customeror0\_.id as id1\_13\_, customeror0\_1\_.created as created2\_13\_, customeror0\_1\_.updated as updated3\_13\_, customeror0\_1\_.version as version4\_13\_, customeror0\_1\_.customer\_id as custome11\_13\_, customeror0\_1\_.introduction as introduc5\_13\_, customeror0\_1\_.orders\_type as orders\_t6\_13\_, customeror0\_1\_.start\_date as start\_da7\_13\_, customeror0\_1\_.status as status8\_13\_, customeror0\_1\_.target\_site as target\_s9\_13\_, customeror0\_1\_.tariff\_plan\_id as tariff\_12\_13\_, customeror0\_1\_.test\_type as test\_ty10\_13\_, customeror0\_.app\_name as app\_name1\_5\_, customeror0\_.payment as payment8\_5\_, customeror0\_.test\_title as test\_tit2\_5\_, customeror0\_.tester\_type as tester\_t3\_5\_, customeror0\_.their\_testers\_count as their\_te4\_5\_, customeror0\_.url\_completed\_order as url\_comp5\_5\_, customeror0\_.url\_completed\_task as url\_comp6\_5\_  from customer\_orders  customeror0\_ inner join orders customeror0\_1\_ on customeror0\_.id=customeror0\_1\_.id cross join customer customer1\_ inner join users customer1\_1\_ on customer1\_.id=customer1\_1\_.id  where  customeror0\_1\_.customer\_id=customer1\_.id and  customeror0\_1\_.status=$1 and  customeror0\_.tester\_type=$2 and  customer1\_1\_.locale=$3 and not  (exists  (select customeror2\_.id from customer\_orders customeror2\_ inner join orders customeror2\_1\_ on customeror2\_.id=customeror2\_1\_.id inner join tester\_task testertask3\_ on customeror2\_.id=testertask3\_.orders\_id where customeror0\_.id=testertask3\_.orders\_id and testertask3\_.tester\_id=$4)) and  (select count(customeror4\_.id) from customer\_orders customeror4\_ inner join orders customeror4\_1\_ on customeror4\_.id=customeror4\_1\_.id inner join participant\_group participan5\_ on customeror4\_.id=participan5\_.order\_id cross join customer customer7\_ inner join users customer7\_1\_ on customer7\_.id=customer7\_1\_.id where customeror4\_1\_.customer\_id=customer7\_.id and participan5\_.count>cast((select count(distinct testertask6\_.id) from tester\_task testertask6\_ where testertask6\_.participant\_group\_id=participan5\_.id and testertask6\_.status<>$5) as int4) and  customeror0\_.id=participan5\_.order\_id and  (customer7\_.block\_past\_tester=$6 or  customeror4\_1\_.customer\_id not in  (select pasttester8\_.customer\_id from past\_tester\_lock pasttester8\_ cross join customer customer9\_ inner join users customer9\_1\_ on customer9\_.id=customer9\_1\_.id where pasttester8\_.customer\_id=customer9\_.id and pasttester8\_.tester\_id=$7 and customer9\_.block\_past\_tester=$8)) and  (participan5\_.gender=$9 or participan5\_.gender=$10) and  (participan5\_.family\_status=$11 or participan5\_.family\_status=$12) and  (participan5\_.childrens=$13 or participan5\_.childrens=$14) and  ($15 in (select socialstat11\_.social\_status\_id from part\_group\_social\_statuses socialstat11\_  where participan5\_.id=socialstat11\_.participant\_group\_id) or $16 in  (select socialstat12\_.social\_status\_id from part\_group\_social\_statuses socialstat12\_ where participan5\_.id=socialstat12\_.participant\_group\_id) or  (select count(socialstat13\_.participant\_group\_id) from part\_group\_social\_statuses socialstat13\_ where participan5\_.id=socialstat13\_.participant\_group\_id)=?) and  ($17 in (select educations14\_.education\_id from part\_group\_educations educations14\_ where participan5\_.id=educations14\_.participant\_group\_id) or $18 in  (select educations15\_.education\_id from part\_group\_educations educations15\_ where participan5\_.id=educations15\_.participant\_group\_id) or  (select count(educations16\_.participant\_group\_id) from part\_group\_educations educations16\_ where participan5\_.id=educations16\_.participant\_group\_id)=?) and  (participan5\_.min\_age<=? and  participan5\_.max\_age>=? or cast(? as int8)<=? and participan5\_.max\_age>=?) and  (participan5\_.household\_income\_min<=? and participan5\_.household\_income\_max>=? or  participan5\_.household\_income\_max>? and participan5\_.household\_income\_max=?))<>?  calls: 165 -- ЧИСЛО ВЫЗОВОВ  total\_time: 64228.983 -- ОБЩЕЕ ВРЕМЯ ВЫПОЛНЕНИЯ, мс  max\_time: 1325.323 -- МАКСИМАЛЬНОЕ ВРЕМЯ ВЫПОЛНЕНИЯ, мс  mean\_time: 389.266563636363 -- СРЕДНЕЕ ВРЕМЯ ВЫПОЛНЕНИЯ, мс  min\_time: 226.379 -- МИНИМАЛЬНОЕ ВРЕМЯ ВЫПОЛНЕНИЯ, мс  rows: 904113 -- КОЛ-ВО ЗАТРОНУТЫХ СТРОК  hit\_percent: 99.9683501413553699 -- ПРОЦЕНТ СЧИТЫВАНИЯ ИЗ КЭША  ======== RECORD 1 ended === |

|  |
| --- |
| ======== QUERY 2 ========  query: select order0\_.id as id1\_13\_, order0\_.created as created2\_13\_, order0\_.updated as updated3\_13\_, order0\_.version as version4\_13\_, order0\_.customer\_id as custome11\_13\_, order0\_.introduction as introduc5\_13\_, order0\_.orders\_type as orders\_t6\_13\_, order0\_.start\_date as start\_da7\_13\_, order0\_.status as status8\_13\_, order0\_.target\_site as target\_s9\_13\_, order0\_.tariff\_plan\_id as tariff\_12\_13\_, order0\_.test\_type as test\_ty10\_13\_, order0\_1\_.locale as locale1\_40\_, order0\_2\_.app\_name as app\_name1\_5\_, order0\_2\_.payment as payment8\_5\_, order0\_2\_.test\_title as test\_tit2\_5\_, order0\_2\_.tester\_type as tester\_t3\_5\_, order0\_2\_.their\_testers\_count as their\_te4\_5\_, order0\_2\_.url\_completed\_order as url\_comp5\_5\_, order0\_2\_.url\_completed\_task as url\_comp6\_5\_,  case  when order0\_1\_.id is not null then ?  when order0\_2\_.id is not null then ?  when order0\_.id is not null then ?  end  as clazz\_ from orders  order0\_ left outer join trial\_orders order0\_1\_ on order0\_.id=order0\_1\_.id left outer join customer\_orders order0\_2\_ on order0\_.id=order0\_2\_.id  where case when order0\_1\_.id is not null then ?  when order0\_2\_.id is not null then ?  when order0\_.id is not null then ?  end=? and order0\_.customer\_id=$1 and (order0\_.status in ($2 , $3 , $4 , $5))  order by order0\_.start\_date DESC nulls last limit $6  calls: 96 -- ЧИСЛО ВЫЗОВОВ  total\_time: 3973.49 -- ОБЩЕЕ ВРЕМЯ ВЫПОЛНЕНИЯ, мс  max\_time: 952.321 -- МАКСИМАЛЬНОЕ ВРЕМЯ ВЫПОЛНЕНИЯ, мс  mean\_time: 41.3905208333333 -- СРЕДНЕЕ ВРЕМЯ ВЫПОЛНЕНИЯ, мс  min\_time: 18.223 -- МИНИМАЛЬНОЕ ВРЕМЯ ВЫПОЛНЕНИЯ, мс  rows: 960 -- КОЛ-ВО ЗАТРОНУТЫХ СТРОК  hit\_percent: 97.7134694901770462 -- ПРОЦЕНТ СЧИТЫВАНИЯ ИЗ КЭША  ======== RECORD 2 ended === |

|  |
| --- |
| ======== QUERY 3 ========  query: insert into users (created\_date, updated, version, activated, birthday, email, email\_notification, gender, locale, password, reset\_date, role, username, id) values ($1, $2, $3, $4, $5, $6, $7, $8, $9, $10, $11, $12, $13, $14) -- ТЕКСТ ЗАПРОСА  calls: 215 -- ЧИСЛО ВЫЗОВОВ  total\_time: 899.802 -- ОБЩЕЕ ВРЕМЯ ВЫПОЛНЕНИЯ, мс  max\_time: 762.399 -- МАКСИМАЛЬНОЕ ВРЕМЯ ВЫПОЛНЕНИЯ, мс  mean\_time: 4.18512558139535 -- СРЕДНЕЕ ВРЕМЯ ВЫПОЛНЕНИЯ, мс  min\_time: 0.055 -- МИНИМАЛЬНОЕ ВРЕМЯ ВЫПОЛНЕНИЯ, мс  rows: 215 -- КОЛ-ВО ЗАТРОНУТЫХ СТРОК  hit\_percent: 91.9617986470354158 -- ПРОЦЕНТ СЧИТЫВАНИЯ ИЗ КЭША  ======== RECORD 3 ended === |

Несмотря на емкость запросов, максимальное время выполнения самого тяжелого из них заняло 1,325 с, при этом среднее время выполнения запросов значительно ниже.

Запрос, обозначенный как QUERY 1 показал также наибольшее среднее время выполнения, среднее время выполнения прочих запросов не превысило 150 мс.

Метрики были собраны при проведении Smoke тестов, и не позволяют в полной мере оценить качество работы баз данных под высокой нагрузкой, однако по имеющимся результатам можно судить об адекватности времени выполнения запросов БД. В случае выявления проблем, связанных со скоростью работы сервисов БД, или подозрений на наличие проблем необходимо выполнить повторное тестирование системы.

# Приложения

**Приложение 1. Тестовая среда**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Host** | **Система** | **Параметр** | **Значение** |
| loadtest.  uxcrowd  .ru | Сервер сайта  loadtest.uxcro  wd.ru | CPU type | Intel(R) Xeon(R) Gold 6140 CPU 2.30GHz |
| CPU count | 4 |
| RAM | 8 GB |
| HDD/SSD | 160 SSD |
| OS | Linux Du-CIS 5.2.0 md 64 cmt Debian  (version 5.2.9-2 20120821) |
| Network | N/A |
| localhost | Нагрузочная  станция | CPU type | Intel(R) Xeon(R) CPU E3-1220 v3 3.10GHz |
| CPU count | 4 |
| RAM | 8 GB |
| HDD/SSD | 240 SSD |
| OS | Windows 10 64bit  (version 1607) |
| Network | 500 mbit/s |

**Приложение 2. Сравнительный анализ с отчетом за 26.08.2020 - 27.08.2020**

Анализ показал, что при повторном тестировании показатели стали хуже, несмотря на то, что после проведенных тестов прошло достаточно времени (2 дня) для восстановления стабильной работы сервера. Также, сравнительный анализ с предыдущим отчетом о тестировании показал, что в отчете от 27.08.2020 некоторые пункты не совпадают с настоящим отчетом или вовсе отсутствуют. Ниже описаны пункты, на которые стоит обратить внимание:

* в структуре [отчет](https://docs.google.com/document/d/14sU2p8ihidPYm1WqSJ0u2g8ExgyI6PUEvcwZ59XW9XA/edit?pli=1#)а отсутствует самый важный раздел Выводы;
* в разделе [Критерии успешности проведения тестов](https://docs.google.com/document/d/14sU2p8ihidPYm1WqSJ0u2g8ExgyI6PUEvcwZ59XW9XA/edit?pli=1#heading=h.3j2qqm3) отсутствует перечень критериев работоспособности системы;
* в разделе [Отступление от методики](https://docs.google.com/document/d/14sU2p8ihidPYm1WqSJ0u2g8ExgyI6PUEvcwZ59XW9XA/edit?pli=1#) указана следующая информация:

“Из-за нестабильной работы системы после проведения НТ, не удалось провести тест на Подтверждение максимальной производительности.”, хотя из раздела [Проведенные тесты](https://docs.google.com/document/d/14sU2p8ihidPYm1WqSJ0u2g8ExgyI6PUEvcwZ59XW9XA/edit?pli=1#heading=h.4piw1elcz637) следует, что тест всё же был проведен и считается валидным.

Также, в разделе [Отступления от методики тестирования](https://docs.google.com/document/d/14sU2p8ihidPYm1WqSJ0u2g8ExgyI6PUEvcwZ59XW9XA/edit?pli=1#heading=h.4piw1elcz637) не указаны следующие пункты:

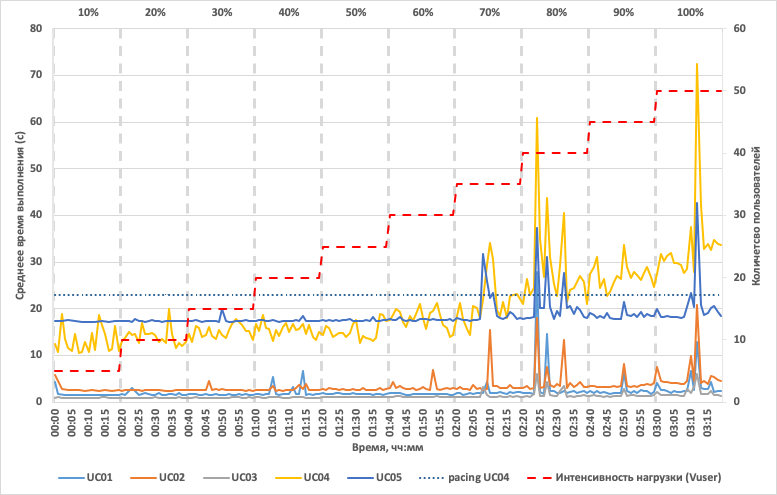
1. Очистка дискового пространства во время теста;
2. Использование программы “Fiddler 4” в качестве прокси сервера.

В разделе [ограничения тестирования](https://docs.google.com/document/d/14sU2p8ihidPYm1WqSJ0u2g8ExgyI6PUEvcwZ59XW9XA/edit?pli=1#) указаны пункты, которые не являются ограничивающими факторами, которые могли бы как-то препятствовать проведению тестов.

В разделе [Рекомендации](https://docs.google.com/document/d/14sU2p8ihidPYm1WqSJ0u2g8ExgyI6PUEvcwZ59XW9XA/edit?pli=1#) предлагается “оптимизировать параллельную работу потоков на сервере для равномерного распределения нагрузки”, что является необходимым, т.к. тестирование показало, что все 4 ядра центрального процессора нагружаются равномерно.

В описании “таблицы 3” в подразделе [Соответствие требованиям на различных ступенях нагрузки](https://docs.google.com/document/d/14sU2p8ihidPYm1WqSJ0u2g8ExgyI6PUEvcwZ59XW9XA/edit?pli=1#heading=h.yyao11etrjhs) были выдвинуты новые значения SLA, которые не были указаны в “отклонении от методики” или предварительно согласованы, что показано ниже:



На графике ниже представлена зависимость среднего времени отклика операций при первом тестировании. 

Из графика видно что начиная с 70% нагрузки резко начинает увеличиваться Среднее время выполнения UC04 и превышает pacing. При втором тестировании UC04 также показывает подобный рост среднего времени выполнения, но уже начиная с 50% нагрузки. При первом тестировании на 60% нагрузки фактическая интенсивность UC02 более чем на 17% меньше планируемой, но при этом среднее время выполнения остается существенно меньше pacing (116сек) и из 58 транзакций UC02 всего 1 завершились с ошибкой.

# Контакты

ООО «Перфоманс Лаб»

121087 Москва, ул. Барклая, 6, стр.5, офис 511

Телефон: +7 495 780 9228

Факс: +7 495 780 9228

[http://performance-lab.ru](http://performance-lab.ru/)

Генеральный директор: Кутузов Максим Юрьевич

Документ подготовили:

Халилов Азат Ильдарович

Акбаров Эльдар Алижонович

Акматалиев Жоодар (Денис)

Россинская Лина Андреевна

Ермолаев Никита Константинович

Балобанов Владислав Андреевич