**Вариант 3.3. Телекоммуникационная компания**

**Шаг 1: Определение требований**

* 1. **Объем данных**
     1. 1 ПБ в год
     2. Рост 40% ежегодно.
  2. **Скорость получения данных:** 
     1. до 10000 событий в секунду.
  3. **Типы данных:**
     1. Структурированные: данные о клиентах, сети и оборудовании, трафике, использовании услуг, транзакциях и операциях, сотрудниках, внутренней деятельности – 40%
     2. Полуструктурированные: логи событий (записи о событиях сети, ошибках, соединениях), сообщения и оповещения, метаданные о видео, звонках, изображениях (параметры вызова, продолжительность, качество), данные о взаимодействии с API и веб-сервисами – 50%
     3. Неструктурированные: текстовые сообщения (SMS, чаты, электронные письма), записи звонков, видео и аудио контент из видеосервисов или внутреннего мониторинга, мультимедийные файлы (фото, видео, аудиозаписи звонков), изображения договоров, сканы документов – 10%
  4. **Требования к обработке:** 
     1. Анализ качества связи.
     2. Прогнозирование нагрузки на сеть.
  5. **Доступность данных:** 
     1. Время отклика для аналитических запросов: <10 секунд.
     2. Доступность системы: 99.99% (допустимое время простоя ~ 8.5 часов в год)
  6. **Безопасность данных:** 
     1. Шифрование
     2. Соответствие 152-ФЗ, отраслевым стандартам (ФЗ № 126-ФЗ «О связи», ТР ТС 020/2011, Федеральный стандарт 117-ФЗ «Об обеспечении безопасности критической информационной инфраструктуры», ГОСТ Р 56939-2016 «Информационная безопасность. Общие требования", ГОСТы по криптографическим средствам (например, ГОСТ Р 34.11-2012))

**Шаг 2: Выбор модели хранилища данных: компоненты архитектуры**

Выбор схемы «Звезда», т. к. она ускоряет выполнение аналитических запросов, что критично при необходимости ответа за менее чем 10 секунд, удобно интегрировать в модель аналитики структурированные и полуструктурированные данные и при таких больших объемах данных (1 ПБ и рост 40%) структура без излишней нормализации позволяет оптимизировать работу аналитических систем.

**2.1. Источники данных**

⎯ Данные о звонках и сессиях.

⎯ Биллинг.

⎯ CRM-системы и базы данных клиентов.

⎯ Соц. сети и отзывы.

⎯ Пользовательские метаданные.

⎯ IoT-данные с сетевого оборудования (телефония, базовые станции, маршрутизаторы).

**2.2. Слой сбора данных**

⎯ Apache Kafka – для сбора потоковых данных (высокая пропускная способность (десятки тысяч сообщений в секунду), горизонтальное масштабирование для роста объема данных, репликация, шифрование, открытое решение).

⎯ Logstash для преобразования данных в желаемый формат (горизонтально масштабируемый конвейер обработки данных, сборщик логов и событий с серверов и сетевого оборудования).

**2.3. Слой хранения данных**

⎯ Массово-параллельная реляционная база данных Greeplum, для хранения структурированных и полуструктурированных данных, таких как пользовательские метаданные, так как 10000 событий в секунду.

⎯ ClickHouse – аналитическое хранилище (при выполнении сложных аналитических запросов), горизонтально масштабируется, снимает аналитическую нагрузку с Greeplum, оставляя его для оперативных транзакций и работы с текущими данными.

⎯ MinIO - хранение неструктурированных данных (записи звонков).

**2.4. Слой обработки данных**

⎯ Apache Flink– для обработки в реальном времени (обрабатывает потоковые данные (10 000 событий/сек) в реальном времени с низкой задержкой (<10 сек). Подходит для ETL, агрегации метрик качества связи и прогнозирования нагрузки).

⎯ Tinkoff VoiceKit – система распознавания и синтеза речи.

⎯ CV-Core - анализ изображений договоров, российское с поддержкой ГОСТ.

⎯ КриптоПро – цифровая подпись для верификации неизменности записи разговоров (требование ФЗ-126 к записям разговоров), шифрование.

**2.5. Слой аналитики и машинного обучения**

⎯ Jupiter Notebook – для аналитик. Стандарт для аналитиков и дата-сайентистов, поддерживает Python, ML-библиотеки (scikit-learn, TensorFlow, PyTorch).

⎯ Яндекс Даталенс – для визуализации и дашбордов. Бизнес-аналитика (продажи, маркетинг, ABC).

⎯ Grafana. Визуализация метрик из Prometheus (и других источников) в графиках/дашбордах. Мониторинг инфраструктуры / performance / SLA.

⎯ Prophet + CatBoost – Prophet ловит повторяющиеся паттерны, CatBoost учитывает доп. факторы, российский.

**2.6. Слой управления данными**

⎯ Arenadata Platform Security – для централизованного управления политиками безопасности (авторизация, маскировка данных, аудит).

**2.7. Слой оркестрации и мониторинга**

⎯ Apache Airflow – для оркестрации, объединения данных из разных СУБД.

⎯ Prometheus – для мониторинга и алертинга (система сбора метрик)

**Безопасность**

1. Шифрование данных - все коммуникации между компонентами (Kafka → Flink, Flink → СУБД, Airflow → СУБД) защищены TLS с поддержкой российских криптоалгоритмов (например, через КриптоПРО CSP), шифрование дисков и резервных копий.
2. Настройка прав, политик доступа, контроль и аудит действий.
3. Маскировка и анонимизация данных.
4. Компоненты обработки речи (Tinkoff VoiceKit) и изображений (CV-Core) используют сертифицированные алгоритмы для работы с ПДн/биометрией.

**Отказоустойчивость:**

Tier III ЦОД: репликация, балансировка в Logstash, параллелизм в Greenplum, резервный мастер, зеркалирование сегментов, шардирование в ClickHouse. Быстрое обнаружение: Централизованный мониторинг Prometheus/Grafana с детектированием сбоев за секунды.

**Потянет рост данных**

Год 1: 1000 ТБ (1 ПБ)

Год 2: 1400 ТБ (+40%)

Год 3: 1960 ТБ (+40%)

Пиковая нагрузка (события/сек): 10000 → 14000 → 19600

Например, уже к 3-ему году PostgreSQL будет недостаточно. Решение: Архивирование старых данных + перенос в S3.

Рекомендации для поддержки роста:

Tiered Storage в MinIO: перемещать "горячие" данные (активные за последние 3-6 месяцев) в высокопроизводительные пулы (SSD/NVMe), "теплые" данные (6-12 месяцев) в стандартные пулы (HDD/NVMe), архивировать "холодные" данные (старше 1–2 лет) в пулы холодного хранения.

Оптимизация ClickHouse: агрегация данных: создавать материализованные представления или агрегатные таблицы для часто запрашиваемых метрик (среднее качество связи за час, пиковая нагрузка на узел за день). Это уменьшит объем сканируемых данных. Явное партиционирование по времени для быстрого отсечения старых данных в запросах и упрощения управления.

Масштабирование Greenplum: горизонтальное масштабирование, активное использование партиционирования, индексов.

Масштабирование Kafka & Flink: добавлять брокеры в кластер и увеличивать количество партиций в топиках для распределения нагрузки. Увеличивать фактор репликации для критичных данных. Flink: автомасштабирование.

Масштабирование MinIO: добавлять новые серверы-узлы в кластер MinIO. MinIO автоматически распределит данные и нагрузку по новым узлам.

**Выводы:**

1. Объем данных (1 ПБ+/год, рост 40%): Greenplum, ClickHouse (шардирование, репликация, эффективное сжатие), MinIO (распределенное объектное хранилище, масштабирование узлами), Kafka (горизонтальное масштабирование брокерами и партициями), Flink (распределенная потоковая обработка). Tier III ЦОД - база.
2. Скорость (10000 событий/сек): Kafka (высокая пропускная способность, десятки тысяч сообщений/сек), Flink (обработка потока в реальном времени с низкой задержкой, exactly-once семантика).
3. Типы данных: структурированные (40%): Greenplum (реляционное хранилище для транзакционных и аналитических данных, "звезда"), ClickHouse (аналитика), полуструктурированные (50%): Greenplum (JSONB, массивы для оперативных данных), ClickHouse (оптимизирован для аналитики логов/событий), Kafka (транспорт), неструктурированные (10%): MinIO (оптимально для аудио, видео, сканов).
4. Анализ качества связи: Flink - ключевой инструмент. Обрабатывает поток из Kafka (метрики сети, ошибки), агрегирует, вычисляет KPI качества в реальном времени.
5. Прогнозирование нагрузки на сеть: Prophet + CatBoost (обучение на исторических данных из ClickHouse/Greenplum), Jupyter Notebook (разработка и тестирование моделей), ClickHouse (быстрое получение обучающих выборок и признаков).
6. Доступность 99.99%: Tier III ЦОД (физика, питание, сеть), Greenplum (зеркалирование сегменто), ClickHouse (реплицированные шарды), MinIO (распределенные узлы), Kafka (репликация топиков, множественные брокеры), Flink, Airflow, Prometheus/Grafana (мониторинг и алертинг).
7. Время отклика <10с: Flink (реал-тайм агрегаты для оперативных дашбордов), ClickHouse (быстрые аналитические запросы за счет колоночного формата, сжатия, векторизации, материализованных представлений), оптимизированные запросы к Greenplum (партиционирование, индексы).
8. Безопасность (Шифрование, 152-ФЗ, 126-ФЗ, 117-ФЗ, ГОСТ): КриптоПРО (шифрование в движении TLS ГОСТ, хранение TDE/SSE ГОСТ), Arenadata Platform Security (централизованный RBAC/ABAC, динамическое маскирование, детальный аудит), HSM (КриптоПРО JHSM - безопасное хранение ключей), изоляция компонентов обработки ПДн/голоса/изображений (Tinkoff VoiceKit, CV-Core), процессы соответствия (аудит Arenadata/Prometheus).