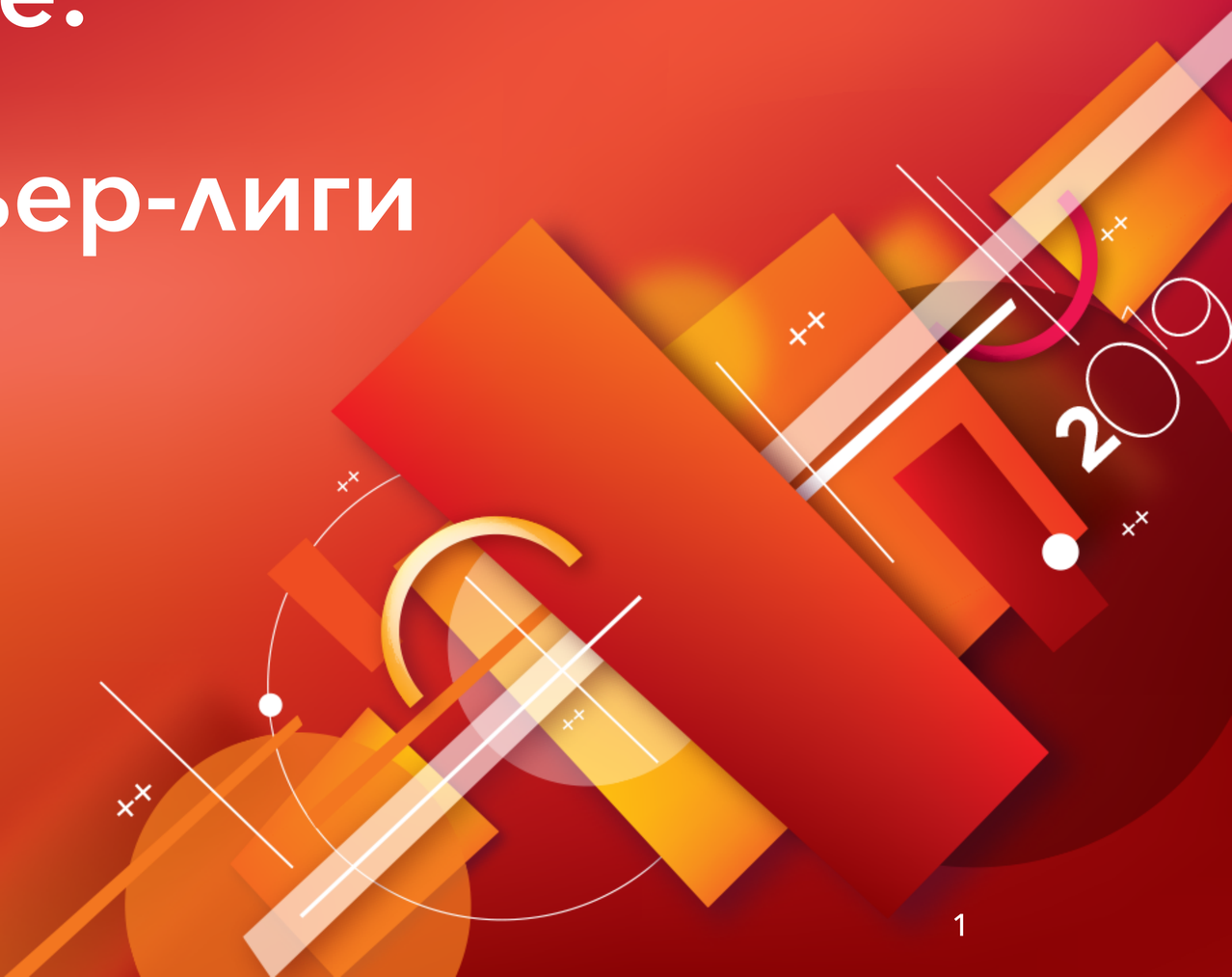
ökko

# Игра на выживание: запуск трансляций Английской Премьер-лиги в новом формате

Алексей Голубев (CTO Okko)

HighLoad++

Профессиональная конференция для разработчиков высоконагруженных систем



ökko

## Okko.Фильмы

Премиальный видео-сервис

Без рекламы

Доступен на следующих устройствах

- SmartTV, PlayStation 3, 4/4 Pro, XBox
- AndroidTV, Nvidia Shield, Xiaomi MiBox
- AppleTV
- Мобильные устройства на базе iOS & Android
- okko.tv

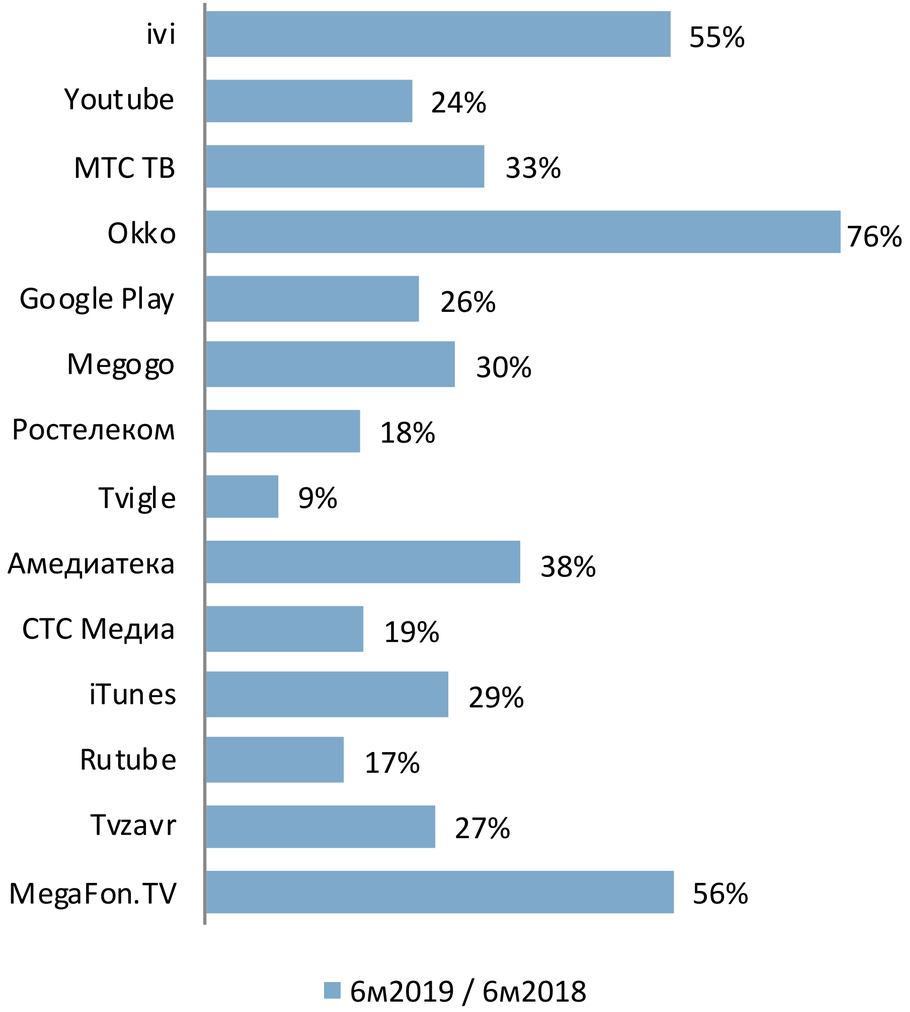
# ökko ОККО.ФИЛЬМЫ 2018/2019

**2 500 000 000 ₽**

**ВЫРУЧКА ОККО В 2018 ГОДУ**

**81%**

**ДИНАМИКА РОСТА ВЫРУЧКИ 2018**




**2 300 000**

**СРЕДНЕМЕСЯЧНАЯ АУДИТОРИЯ СЕРВИСА В Н1-2019**

**76%**

**ЛИДЕР РОСТА РЫНКА В Н1-2019**

**40 ИНЖЕНЕРОВ**

**ТЕХНИЧЕСКАЯ КОМАНДА**



HL 2019 HighLoad++

ökko СПОРТ | Premier League

**3 года** Сезоны 2019/2020, 2020/2021 и 2021/2022

1. Единственный официальный вещатель в России
2. Full HD и без рекламы (но с “партнерской интеграцией”)
3. Все матчи в прямом эфире и в записи
4. На любом устройстве (Smart TV, PS4, tvOS, iOS, Android, веб-сайт okko.sport)
5. Доп. возможности: пауза и перемотка назад в live, скрыть/показать счёт, интершум
6. Качественные комментаторы
7. Уникальный доп. контент от АПЛ

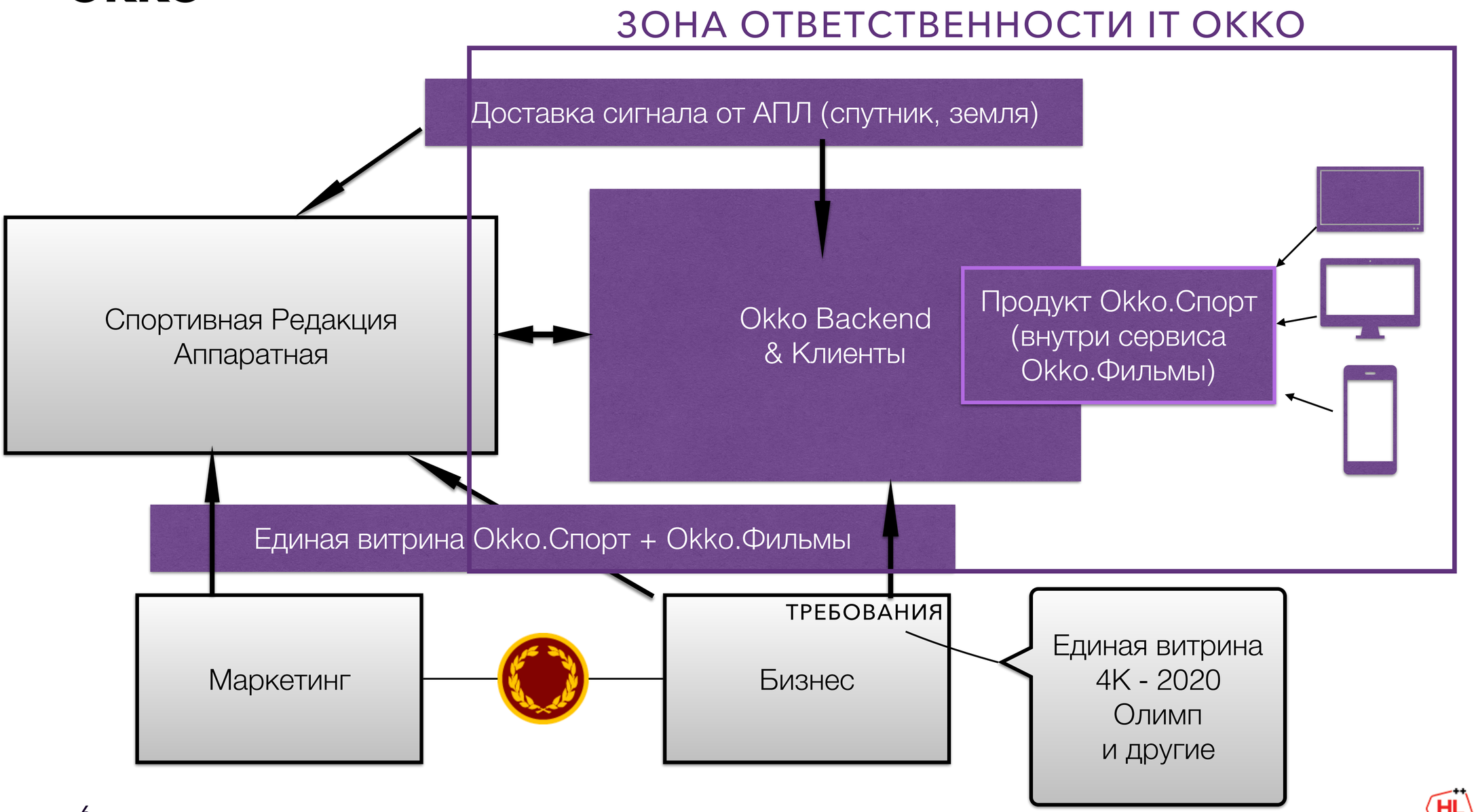
ökko

# Okko.Спорт. Начало

HL 2019 HighLoad++

ökko

# СТРУКТУРА ПРОЕКТА






HL 2019 HighLoad++

# Направления работы

1. Разработка нового раздела на всех клиентах (SmartTV, PS4, AppleTV, Web, iOS, Android, etc.)
2. Поддержка новой спортивной витрины
3. Backend-разработка новых API для спортивных элементов
4. Интеграция с championat.com для обновления счета на витрине и таблицы турнира
5. Подготовка к неравномерным всплескам нагрузки перед играми
6. Доработка систем DRM и GeoIP защиты для Live-вещаний по требованиям АПЛ
7. **Доставка сигнала в ЦОД и в Аппаратную (Production) с резервированием**
8. **Постройка кластера серверов для Live-трансляций, тестирование и интеграция 3rd-party решения**
9. Интеграция с CDN для раздачи Live-сигнала
10. Мониторинг и QoS

ökko

# ДОСТАВКА СИГНАЛА

# Постановка задачи

Основной сигнал на спутнике

Доставка сигнала землей из Лондона (выше качество)

Входной сигнал 1080i50 – нужен de-interlace

Русские комментаторы озвучивают матчи в Москве

Использование облака увеличивает задержку от стадиона

# ДОСТАВКА СИГНАЛА. СХЕМА РАБОТЫ

# Итоговое решение

Доставка землей из Лондона

2 спутника у АПЛ + 2 телепорта в Москве

Аппаратная рядом с ЦОД для сокращения задержки (500м)

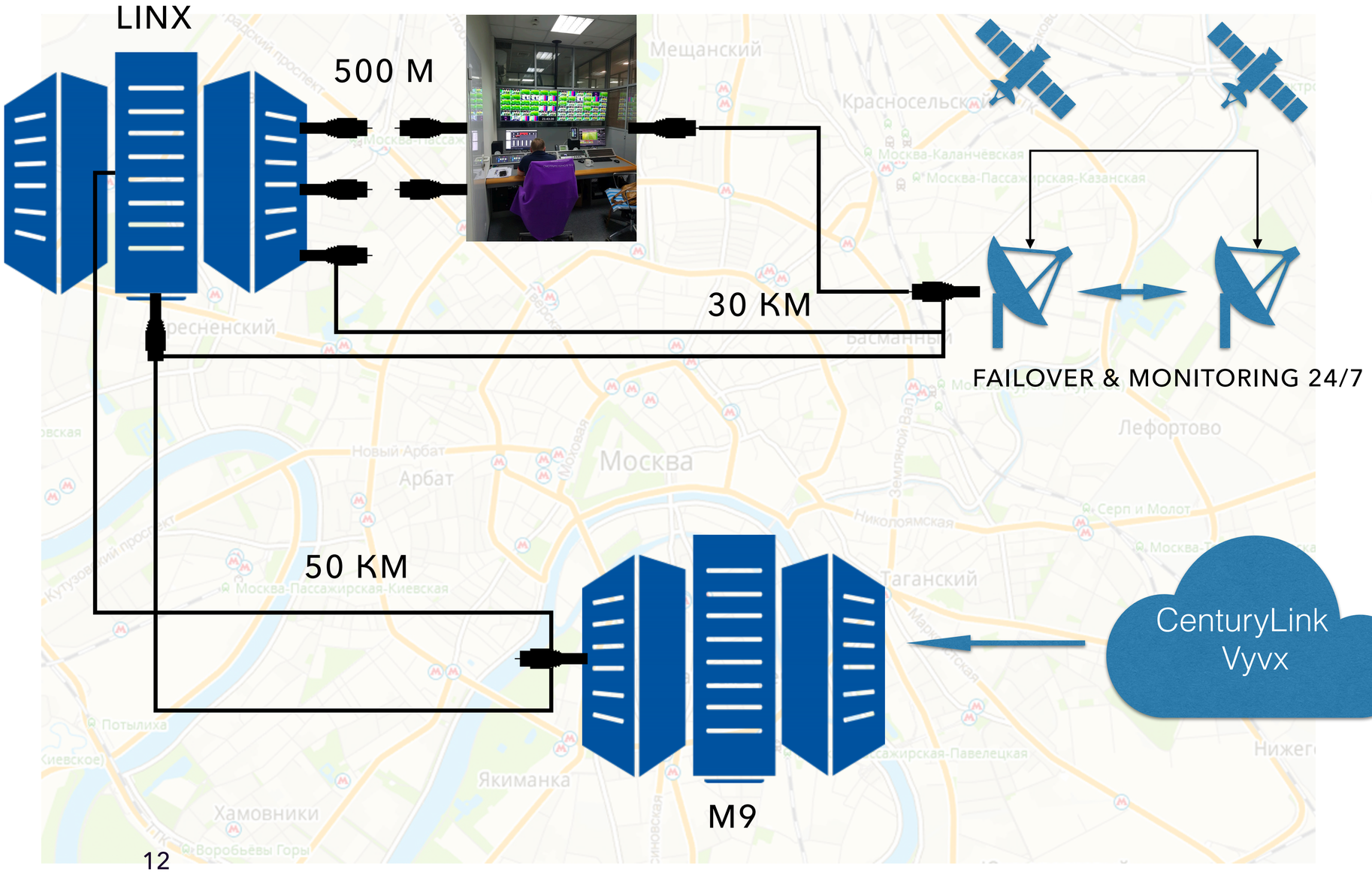
Телевизионный SDI-формат

Оптические каналы по Москве с резервированием



HL 2019 HighLoad++

# ökko СХЕМА ДОСТАВКИ СИГНАЛА




Как доставить SDI-сигнал на десятки километров?



HL 2019 HighLoad++

# Доставка SDI

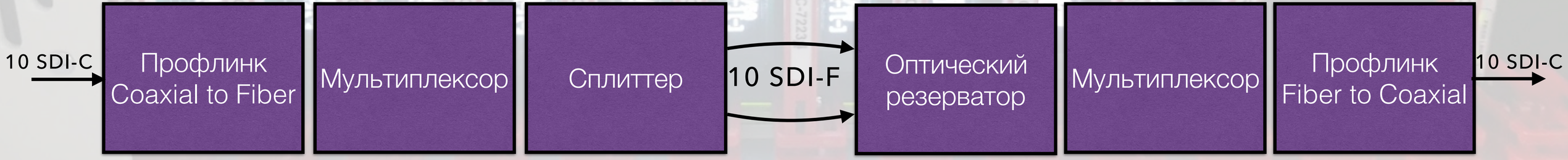
Преобразование SDI в Оптику и обратно

Мультиплексирование и демультиплексирование

SFP-модули разной мощности – надо знать расстояние между точками и затухание

Телевизионные оптические стандарты ST 2022 и 2110

“Профитт” – лидеры импортозамещения - http://www.profitt.ru/






HL 2019 HighLoad++

# Приключения в SDI-мире

Итоговая конфигурация

- 36 SDI IN (3 линии 10+10+6)
- 42 SDI OUT (1 линия 10 + 4x8 Corvid)
- N x IN/OUT SDI для тестов

SDI-матрица Imagine Platinum MX 5RU

BNC vs HD-BNC мы DIN

Правильно завинчивайте FC-разъем!

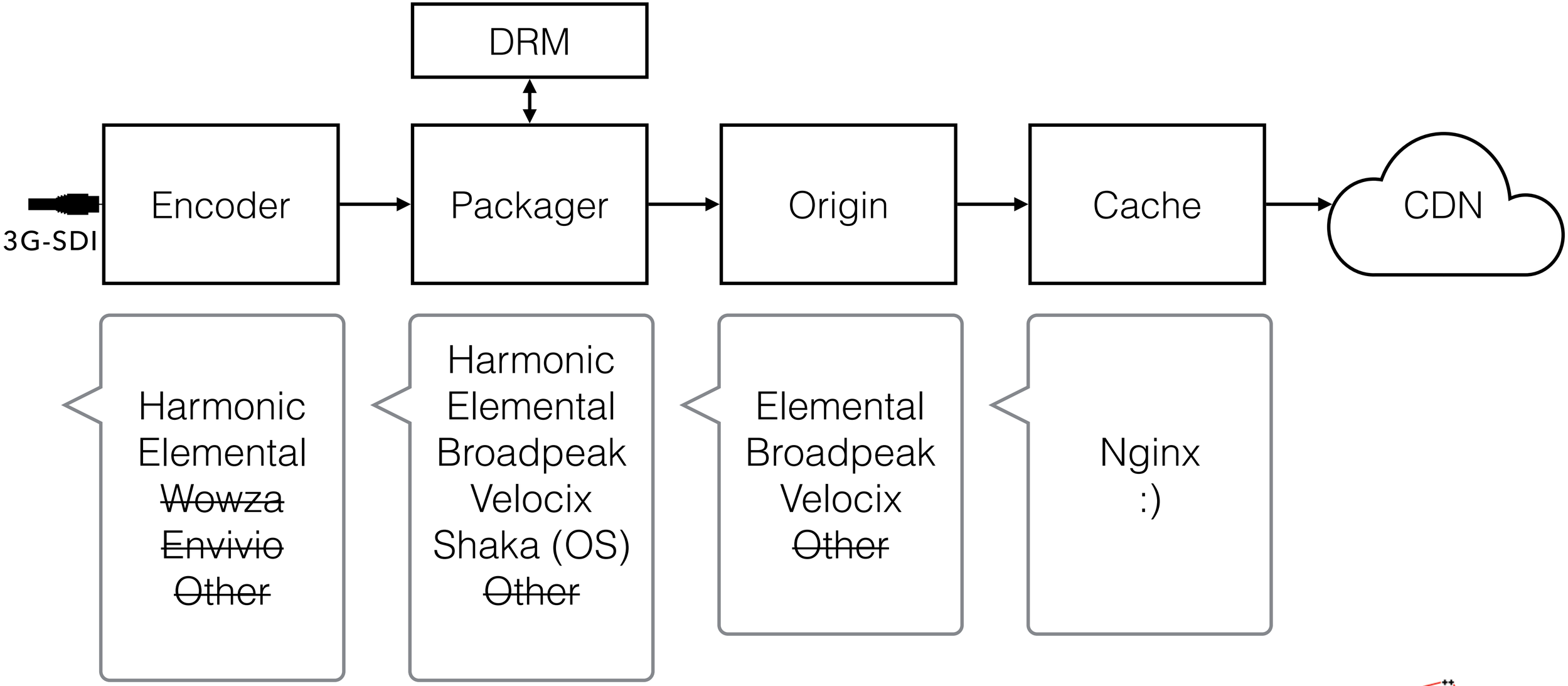
Расстояние имеет значение – 50км по Москве вместо 30км - замена SFP

Standard BNC Din 1.0 /2.3 High Density BNC

ökko

# ПОДГОТОВКА LIVE-КОНТЕНТА

# СХЕМА ПОДГОТОВКИ LIVE-КОНТЕНТА



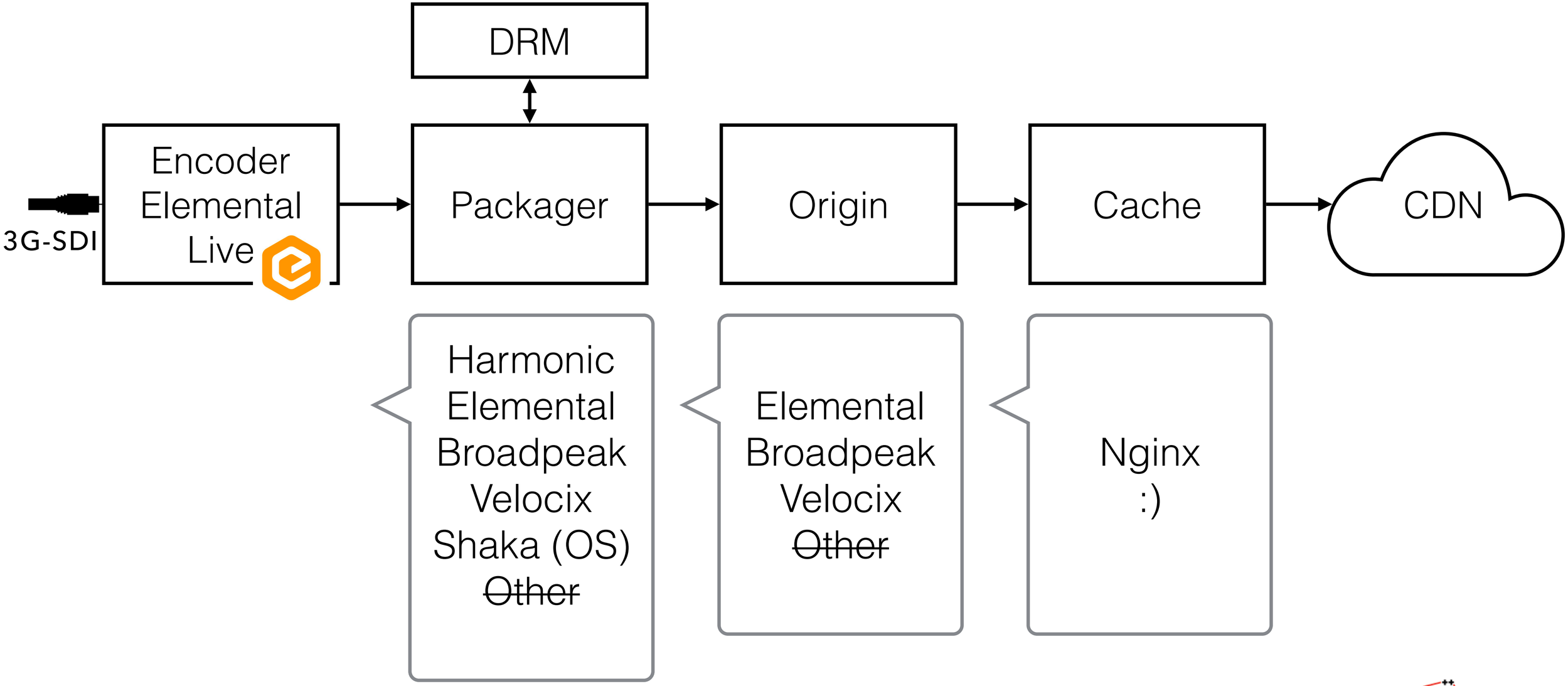
# Выбор encoder’a

1. Качество картинки при разных битрейтах (VBR/QVBR/CABR)
2. Качество deinterlace-фильтра из 1080i50 –1080p25fps / 1080p 50fps
3. Поддержка SDI-входа
4. Сверхсжатые сроки поставки в Россию – 2 месяца
5. Скорость реакции вендора

1. Harmonic
2. Harmonic
3. Elemental
4. Elemental
5. Elemental

aws elemental

# СХЕМА ПОДГОТОВКИ LIVE-КОНТЕНТА



# Выбор packager’a и origin’a

1. Поддержка 3-х основных форматов:

- DASH + CENC (Widevine/PlayReady)
- MSS + PlayReady
- HLS + FairPlay

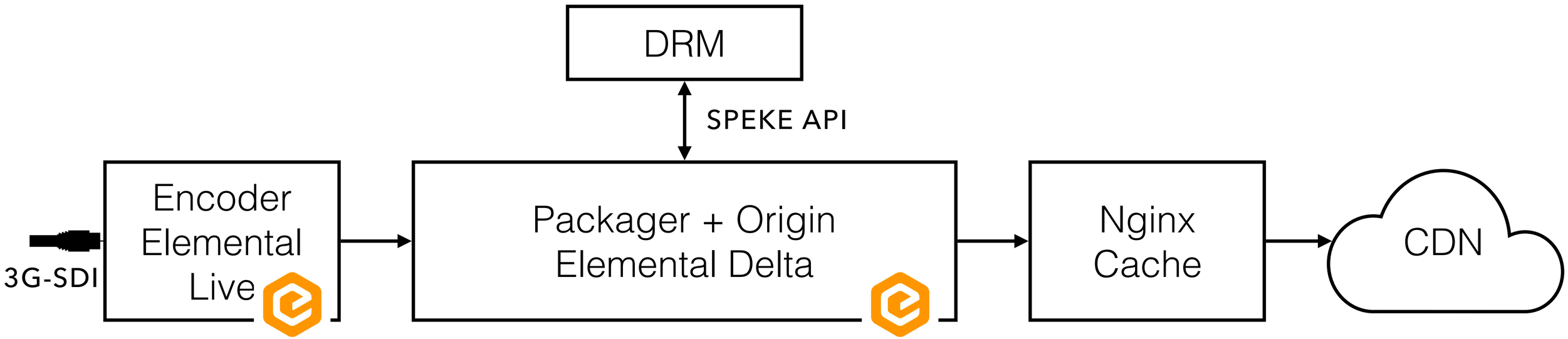
2. Тестирование совместимости с “зоопарком” SmartTV
3. 50fps работает не на всех SmartTV и Android, закономерности нет
4. Сверхсжатые сроки для интеграции и тестов
5. Упрощенная схема поддержки
6. Цена

aws elemental

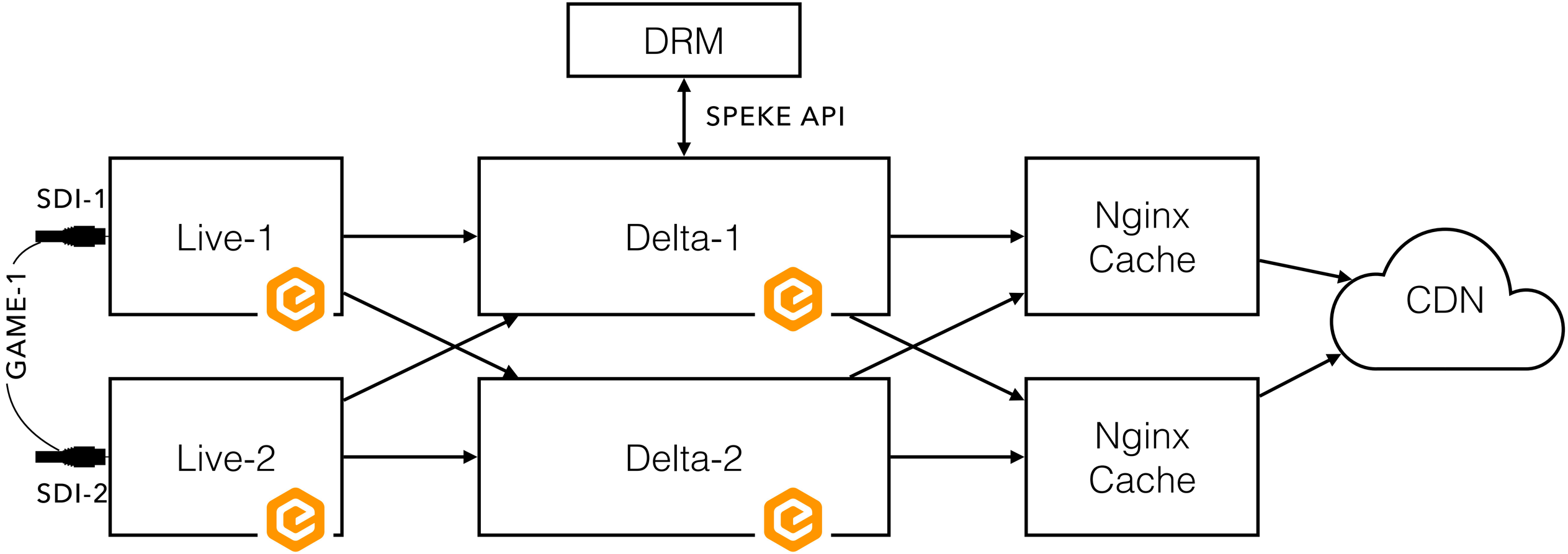
TV

| Vendor | Device | | | MSS | MSS PR | | Test | Misc |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Platform | Year | Model | noDRM (***) | 25fps | 50fps | | |
| Samsung | Tizen | 2018 | UE40NU71000 | ✓ | ✓ | ✓ | - | |
| | | 2018 | QE49Q6FNA | ✓ | ✓ | ✓ | - | |
| | | 2017 | UE49MU700 | | | | ✓ | |
| | | 2016 | UE55KS8000 | ✓ | ✓ | ✓ | - | |
| | | 2015 | UE40JU7000 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| | Orsay | 2014 | UE48HU8500(13) | ✓ | ✓ | ✓ | - | Platform generation 2014 |
| | | 2014 | UE40F6400(16) | | | | | Platform generation 2013 |
| | | 2012 | UE37ES6100(A) | | | | | Platform generation 2012 |
| | | 2013 | UE32F6400(32) | | | | | Platform generation 2012 |
| LG | WebOS | 2018 | 49SJ810V-ZA | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| | | 2018 | OLED55B8PLA | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| | | 2018 | OLED55B7V-Z | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| | | 2016 | 49UH770V-ZA | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| | | 2014 | 55UB850V-ZA | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| | Netcast | 2013 | 42LA667V-ZB | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| | | 2011 | | | | | | Не увидел лайв |

# СХЕМА ПОДГОТОВКИ LIVE-КОНТЕНТА



# Настройка для отказоустойчивости





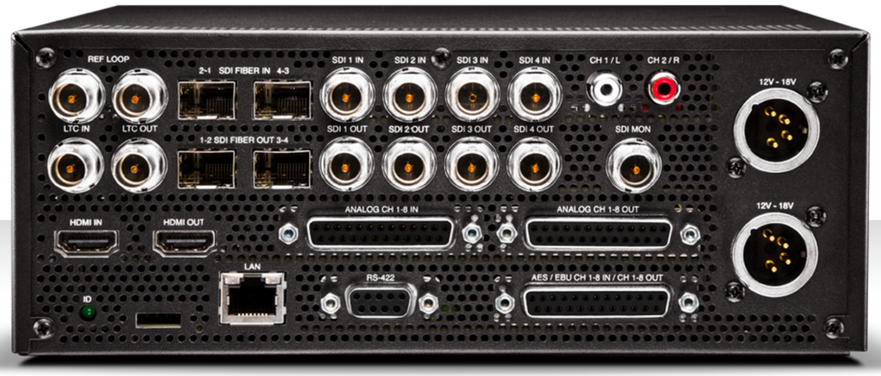

HL 2019 HighLoad++

# Что учитывать при тестировании?

1. Не было имитации реального SDI-сигнала до 17 июля, т.к. не было Аппаратной
   - тестирование из файлов – синтетика
   - тестирование по сети – синтетика

# Нужно Playout-устройство с SDI-выходом!

Например, AJA Ki Pro Ultra или любое другое (BlackMagic, etc.)



# Что учитывать при тестировании?

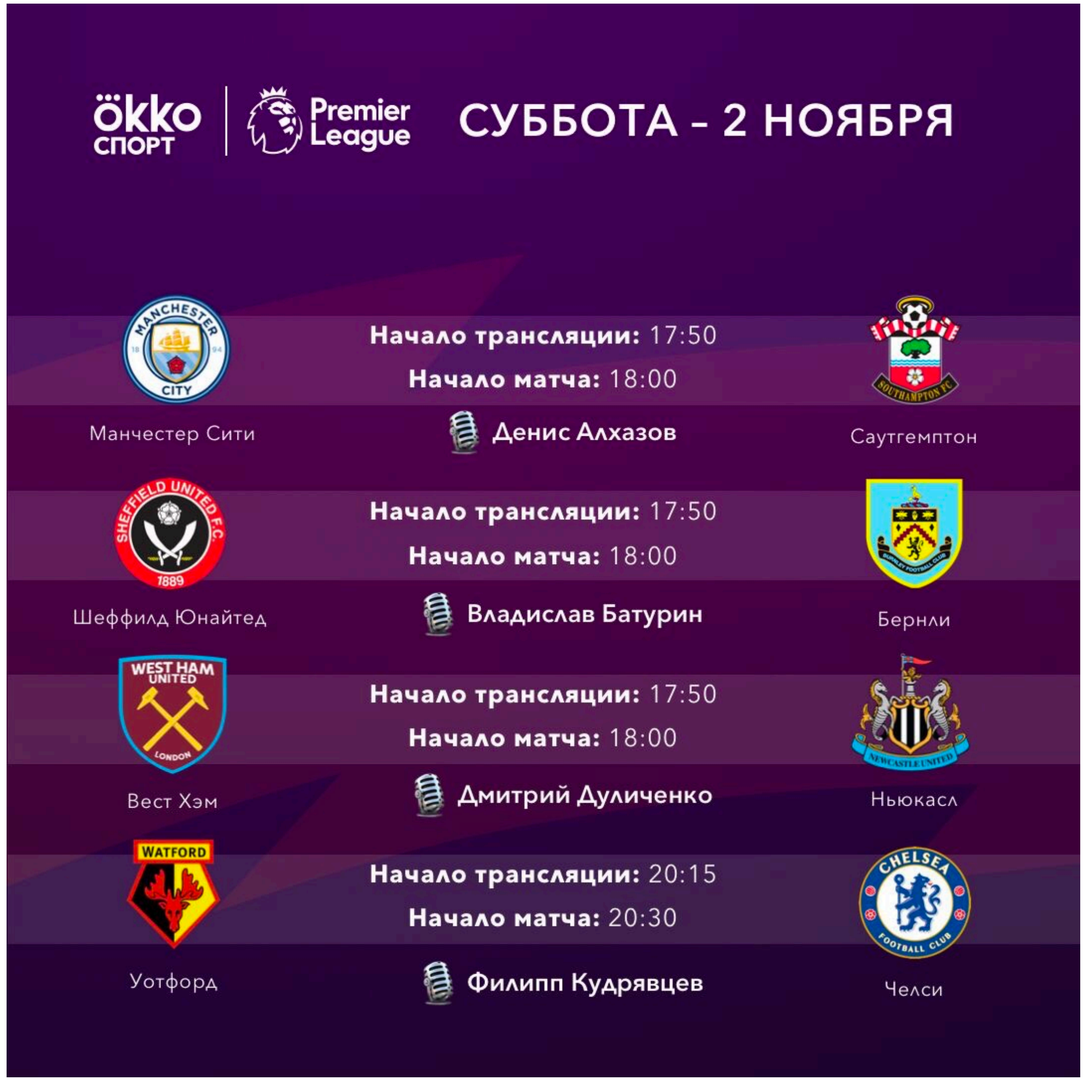
2. Реальные бизнес-сценарии:
   - запуск/остановка Live-события
   - переход из Live-манифеста в VOD по окончании трансляции



HL 2019 HighLoad++

HL 2019 HighLoad++

# ökko ТРАНСЛЯЦИИ СОБЫТИЙ






HL 2019 HighLoad++

# Что учитывать при тестировании?

3. Нагрузочное тестирование origin-ов
4. Специфику манифестов для разных клиентов (особенно SmartTV) – ни один вендор packager'а не поддержит все варианты



HL 2019 HighLoad++

# Модифицируем NGINX-cache

1. Поддержка подписи ссылок “per user” для блокировки пиратов
2. Поддержка расширений .ism и .isml
3. Поддержка Manifest и manifest
4. Поддержка разделения манифестов по качествам (xslt-преобразование) для HLS и SmoothStreaming
5. Краковременный кэш ошибок для снижения нагрузки на origin’ы



HL 2019 HighLoad++

# Модифицируем NGINX-cache

```
# Capitilize SSTR urls
rewrite (?i)^(.*?)\.ism.?/Manifest(\?.*)?$ $1.isml/Manifest$2 last;
rewrite (?i)^(.*?)\.ism.?/Events(.*?)/QualityLevels(.*?)/Fragments(.*?)(\?.*)?$ $1.isml/Events$2/QualityLevels$3/Fragments$4$5 last;
rewrite (?i)^(.*?)\.ism.?/Events(.*?)/QualityLevels(.*?)/FragmentInfo(.*?)(\?.*)?$ $1.isml/Events$2/QualityLevels$3/FragmentInfo$4$5 last;
rewrite (?i)^(.*?)\.ism.?/Events(.*?)/QualityLevels(.*?)/RawFragments(.*?)(\?.*)?$ $1.isml/Events$2/QualityLevels$3/RawFragments$4$5 last;
rewrite (?i)^(.*?)\.ism.?/Events(.*?)/QualityLevels(.*?)/KeyFrames(.*?)(\?.*)?$ $1.isml/Events$2/QualityLevels$3/KeyFrames$4$5 last;
```

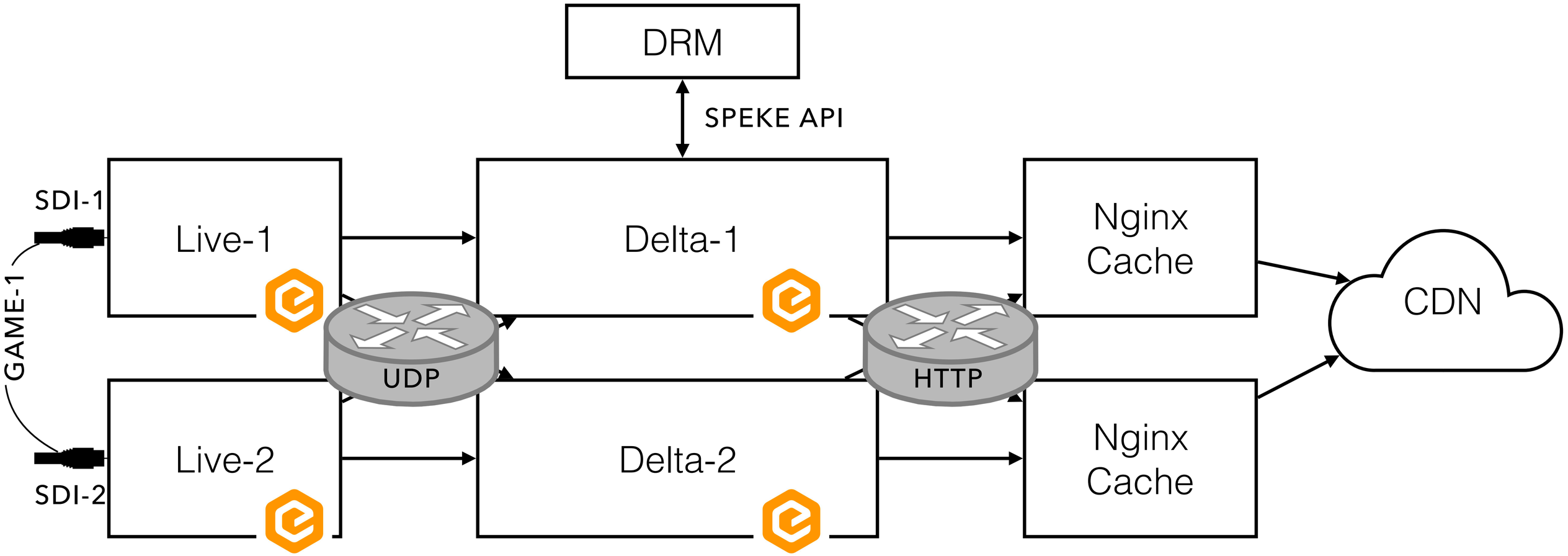
```
# Without cdp signature tokenized Smooth Streaming manifest
location ~ '^/m/([a-z]+)/(\d)/(.*/Manifest)$' {
  xslt_last_modified on;
  xslt_stylesheet /etc/nginx/manifest/token.xslt token='$token';
  xslt_stylesheet /etc/nginx/manifest/quality_levels.xslt;
  xslt_types *;
}
```

```
# Without cdp signature tokenized HLS manifest
location ~ ^/m/([a-z]+)/(\d)/(.*m3u8)$ {
  subs_last_modified on;
  subs_filter '#EXT-X-STREAM-INF.*720x400.*\n[^#]*' '' 'rg' $token ~ '^((?!s).)+$';
  subs_filter '#EXT-X-STREAM-INF.*1280x720.*\n[^#]*' '' 'rg' $token ~ '^((?!h).)+$';
  subs_filter '#EXT-X-STREAM-INF.*1920x1080.*\n[^#]*' '' 'rg' $token ~ '^((?!f).)+$';
  subs_filter '#EXT-X-I-FRAME-STREAM-INF.*720x400.*' '' 'rg' $token ~ '^((?!s).)+$';
  subs_filter '#EXT-X-I-FRAME-STREAM-INF.*1280x720.*' '' 'rg' $token ~ '^((?!h).)+$';
  subs_filter '#EXT-X-I-FRAME-STREAM-INF.*1920x1080.*' '' 'rg' $token ~ '^((?!f).)+$';
  subs_filter_types *;
}
```

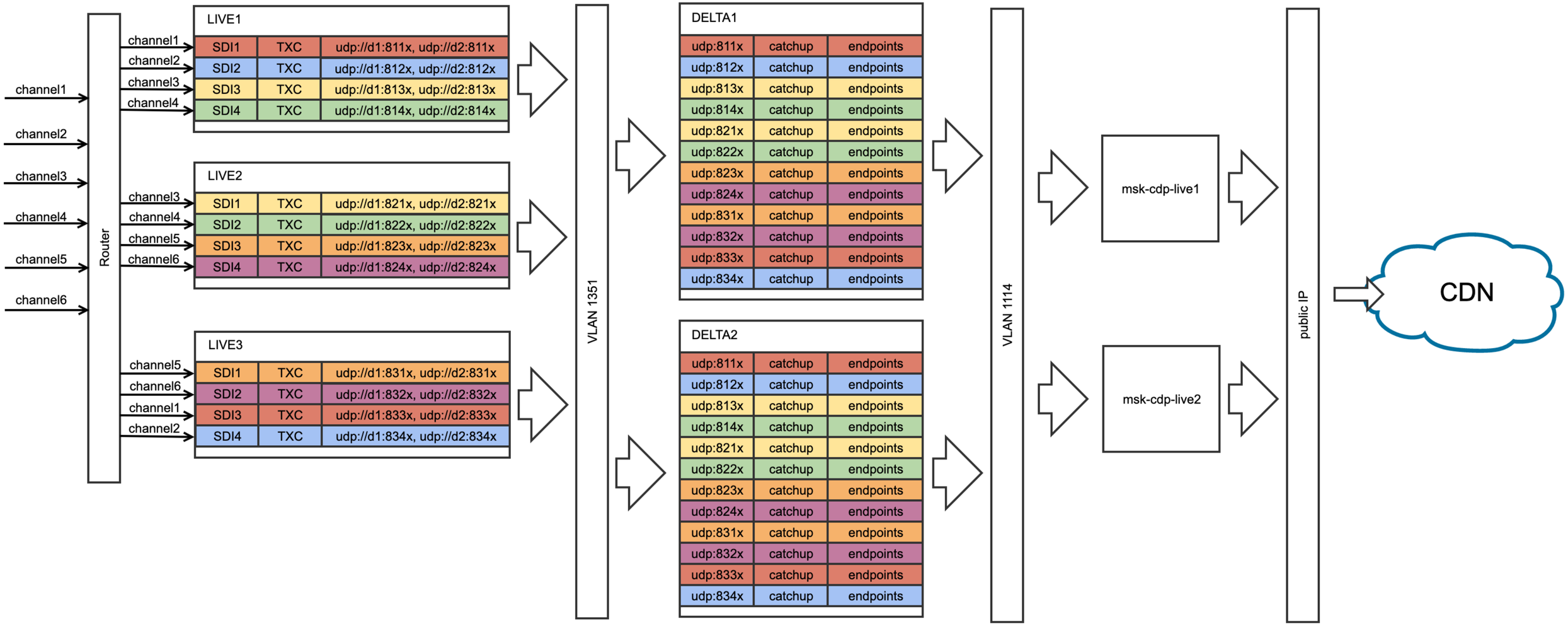
# Первые трансляции. 17 июля 2019

| DATE | KOT MSK | TEAM A | TEAM B | VENUE | Remark | By |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 17.07. | 13:00 | Newcastle United | Wolverhampton Wanderers | Asia Trophy | CLOSED TEST | PLP |
| 17.07. | 15:00 | Manchester City | West Ham United | Asia Trophy | CLOSED TEST | PLP |
| 20.07. | 12:00 | 3rd place | | Asia Trophy | CLOSED TEST | PLP |
| 20.07. | 14:30 | Final | | Asia Trophy | CLOSED TEST | PLP |
| 24.07. | 21:45 | Wigan Athletics | Everton FC | Wigan | CLOSED TEST / OKKO | Spring |
| 27.07. | 17:00 | Brighton | Birmingham | Birmingham | CLOSED TEST / OKKO | Spring |
| 28.07. | 14:00 | Arsenal FC (women) | Bayern Munich (women) | Emirates Stadium | CLOSED TEST / OKKO | Spring |
| 28.07. | 17:00 | Arsenal FC | Lyon | Emirates Stadium | CLOSED TEST / OKKO | Spring |
| **Для всех подписчиков Окко.Спорт** | | | | | | |
| 02.08. | 21:45 | Bournemouth | Lazio | Bournemouth | OKKO | Spring |
| 03.08. | 16:00 | Werder Bremen | Everton FC | Bremen | OKKO | Spring |
| 03.08. | 17:00 | West Ham | Bilbao | West Ham | OKKO | Spring |
| 04.08. | 21:00 | Barcelona | Arsenal | Barselona | OKKO | IMG - Земля!!! |

# ПОДГОТОВКА LIVE-КОНТЕНТА



# КОНФИГУРАЦИЯ КЛАСТЕРА: ИЮЛЬ: UNICAST-UDP



ökko

## Модификация кластера на базе UDP Unicast

Неэффективно по лицензиям (by channel/game)

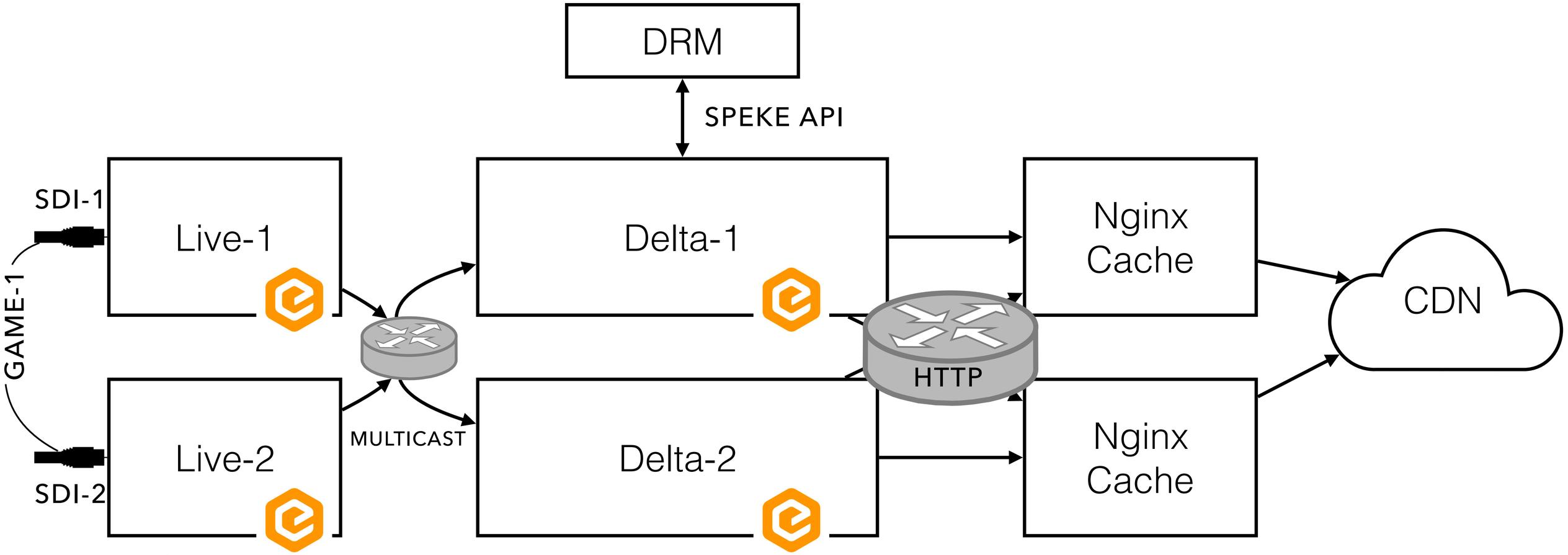
Не подходит для большого количества одновременных игр

Меняем схему – используем UDP Multicast

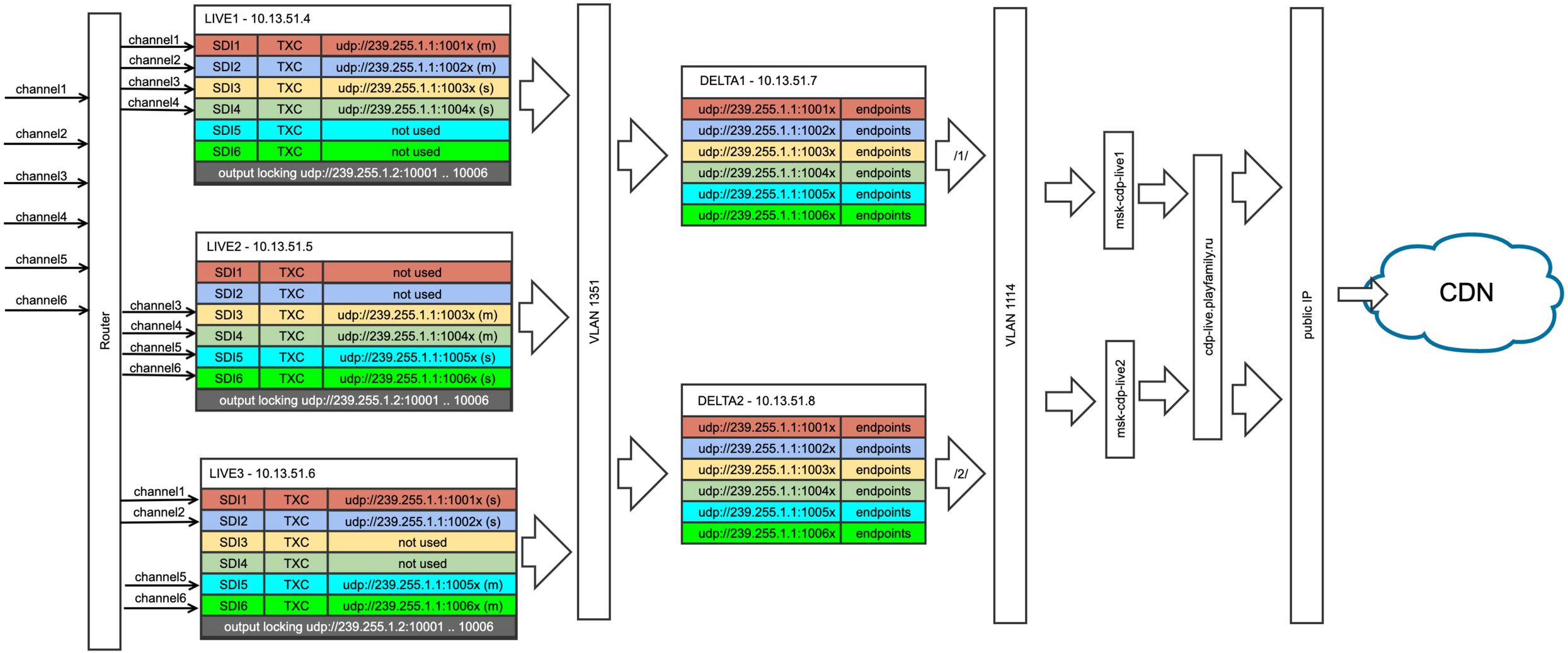


HL 2019 HighLoad++

# Первый тур АПЛ . 9 августа 2019



# КОНФИГУРАЦИЯ КЛАСТЕРА: 9 АВГУСТА: MULTICAST



ökko

## Кластер на базе UDP Multicast

Добавили +1 Elemental Live

Поддержка только 6 игр одновременно (по ресурсам и лицензиям)

## Проблемы

Надо 8 игр = 1+6+1 с разогревом и пост-интервью

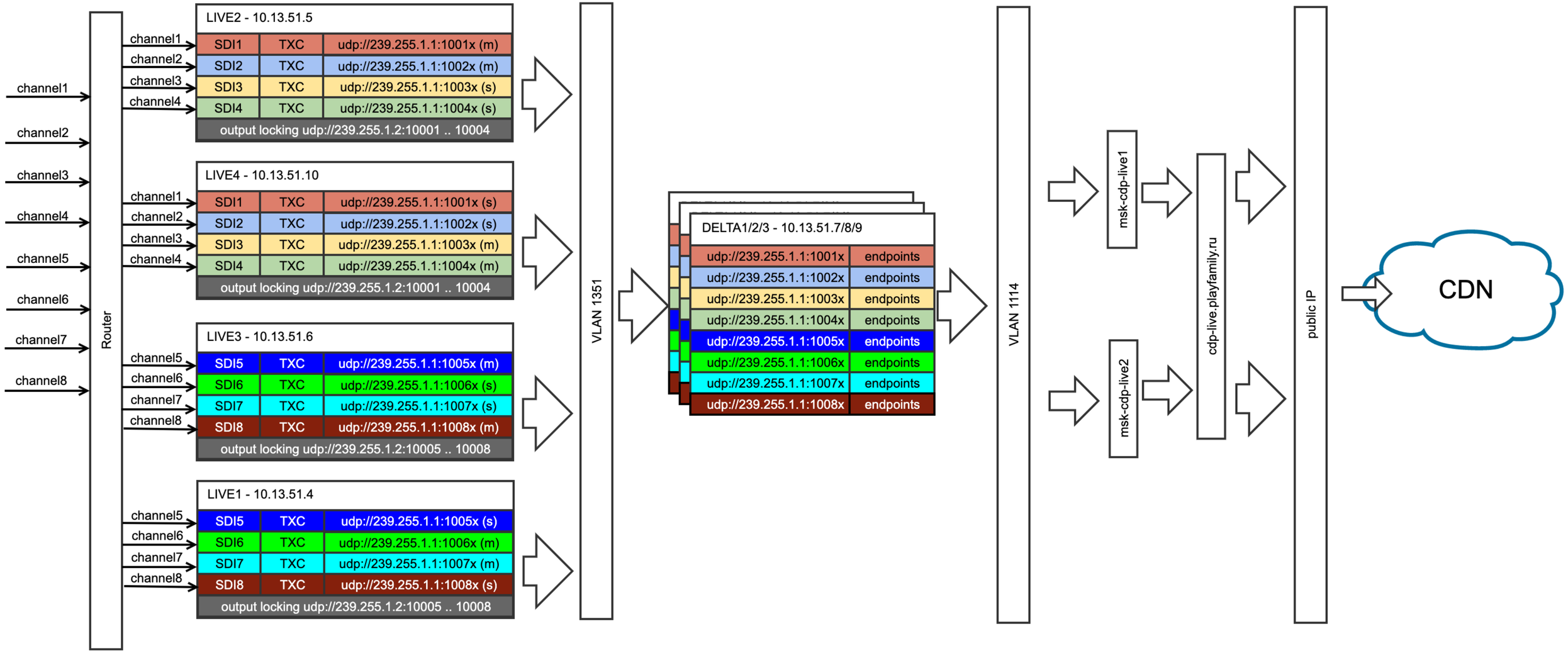
Разваливаются манифесты на старте

Меняем схему – добавляем +1 Live +1 Delta = 4L+3D



HL 2019 HighLoad++

# КОНФИГУРАЦИЯ КЛАСТЕРА: 31 АВГУСТА



ökko

## Кластер 4L+3D на базе UDP Multicast

Держит 8 игр в параллель

## Проблемы

Развал манифестов на старте трансляции – необходима синхронизация!

Обнаружен “drop" сетевых мультикаст-пакетов – проблемы в выходном сигнале

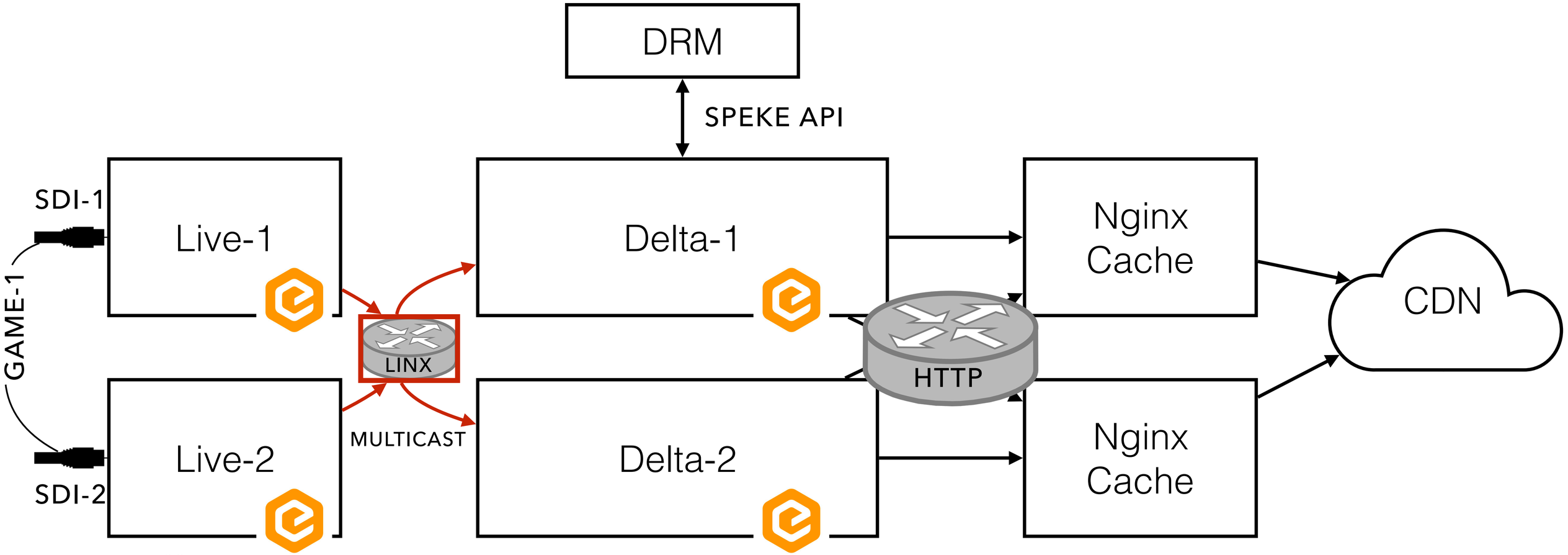
Smooth Streaming на LG некорректно воспринимает переход из Live в VOD-манифест

Меняем схему – протокол WebDAV HTTP от Live к Delta



HL 2019 HighLoad++

# Проблема в настройках роутера






HL 2019 HighLoad++

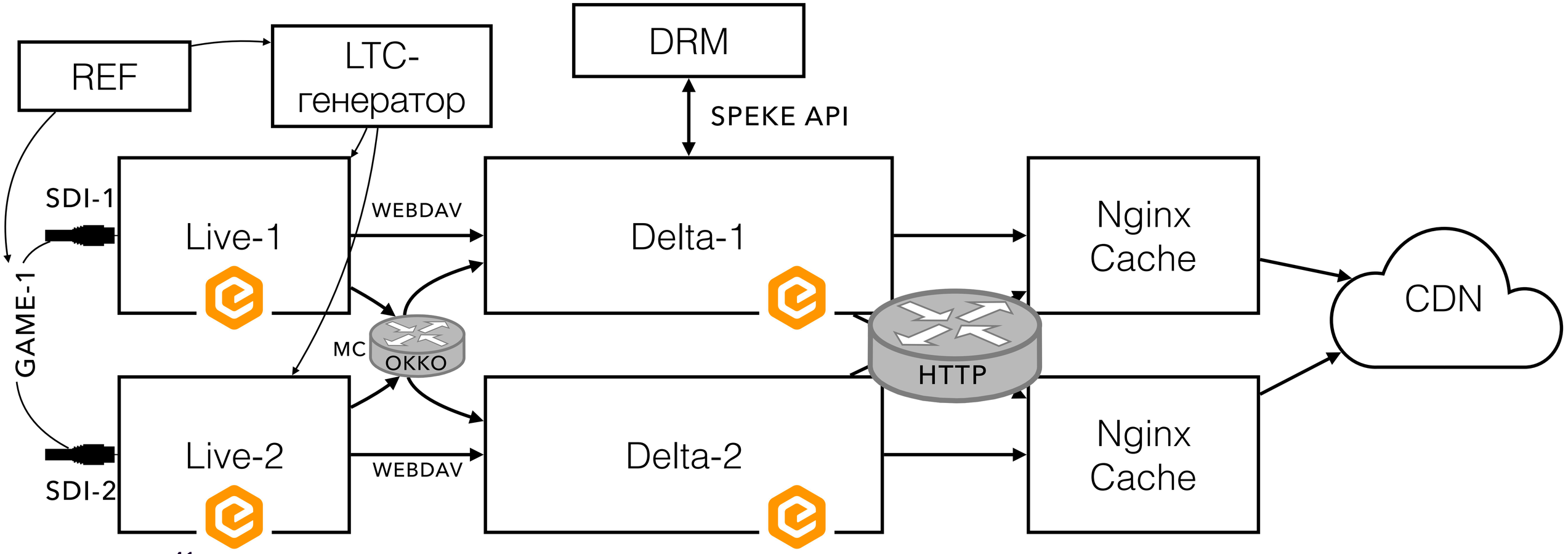
# Кластер на базе WebDAV+Multicast

1. Отдельный сетевой свитч
2. WebDAV + Multicast
3. LTC-синхронизация на вход Elemental Live
4. В такой конфигурации
    1. Мультикаст резервирован с двух лайвов
    2. WebDAV резервирован не полностью (L2→D2, L4→D4, L1→ D1, L3→D3), но резервирован мультикастом
    3. В нормальной ситуации трафик с каждой игры распределяется на 4 дельты (2 сигнала по вебдав и 2 канала по мультикасту)



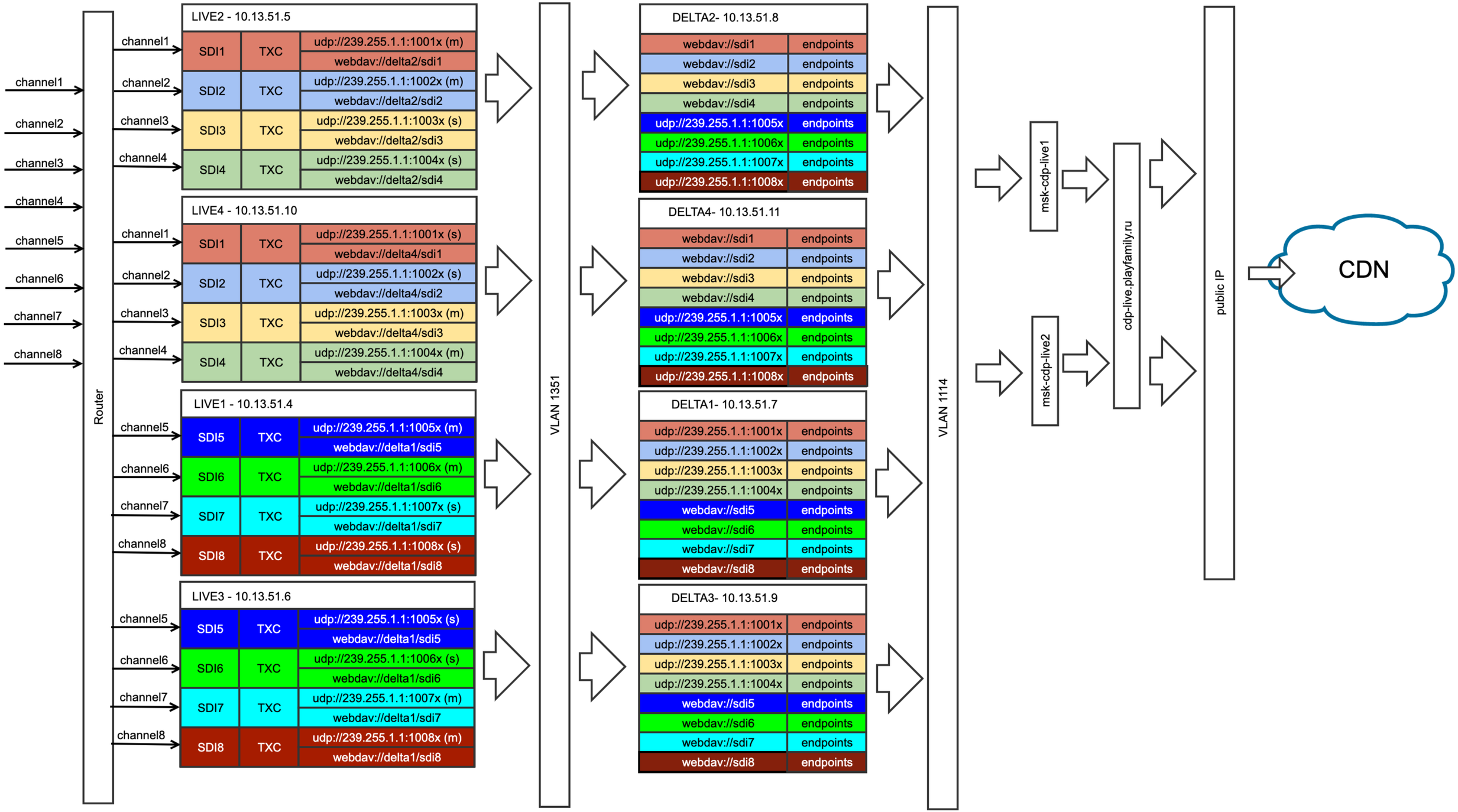
HL 2019 HighLoad++

# Конфигурация WebDAV+Multicast. 28 сентября 2019






HL 2019 HighLoad++


channel1
channel2
channel3
channel4
channel5
channel6
channel7
channel8
Router
LIVE2 - 10.13.51.5
SDI1 TXC udp://239.255.1.1:1001x (m) webdav://delta2/sdi1
SDI2 TXC udp://239.255.1.1:1002x (m) webdav://delta2/sdi2
SDI3 TXC udp://239.255.1.1:1003x (s) webdav://delta2/sdi3
SDI4 TXC udp://239.255.1.1:1004x (s) webdav://delta2/sdi4
LIVE4 - 10.13.51.10
SDI1 TXC udp://239.255.1.1:1001x (s) webdav://delta4/sdi1
SDI2 TXC udp://239.255.1.1:1002x (s) webdav://delta4/sdi2
SDI3 TXC udp://239.255.1.1:1003x (m) webdav://delta4/sdi3
SDI4 TXC udp://239.255.1.1:1004x (m) webdav://delta4/sdi4
LIVE1 - 10.13.51.4
SDI5 TXC udp://239.255.1.1:1005x (m) webdav://delta1/sdi5
SDI6 TXC udp://239.255.1.1:1006x (m) webdav://delta1/sdi6
SDI7 TXC udp://239.255.1.1:1007x (s) webdav://delta1/sdi7
SDI8 TXC udp://239.255.1.1:1008x (s) webdav://delta1/sdi8
LIVE3 - 10.13.51.6
SDI5 TXC udp://239.255.1.1:1005x (s) webdav://delta1/sdi5
SDI6 TXC udp://239.255.1.1:1006x (s) webdav://delta1/sdi6
SDI7 TXC udp://239.255.1.1:1007x (m) webdav://delta1/sdi7
SDI8 TXC udp://239.255.1.1:1008x (m) webdav://delta1/sdi8
VLAN 1351
DELTA2- 10.13.51.8
webdav://sdi1 endpoints
webdav://sdi2 endpoints
webdav://sdi3 endpoints
webdav://sdi4 endpoints
udp://239.255.1.1:1005x endpoints
udp://239.255.1.1:1006x endpoints
udp://239.255.1.1:1007x endpoints
udp://239.255.1.1:1008x endpoints
DELTA4- 10.13.51.11
webdav://sdi1 endpoints
webdav://sdi2 endpoints
webdav://sdi3 endpoints
webdav://sdi4 endpoints
udp://239.255.1.1:1005x endpoints
udp://239.255.1.1:1006x endpoints
udp://239.255.1.1:1007x endpoints
udp://239.255.1.1:1008x endpoints
DELTA1- 10.13.51.7
udp://239.255.1.1:1001x endpoints
udp://239.255.1.1:1002x endpoints
udp://239.255.1.1:1003x endpoints
udp://239.255.1.1:1004x endpoints
webdav://sdi5 endpoints
webdav://sdi6 endpoints
webdav://sdi7 endpoints
webdav://sdi8 endpoints
DELTA3- 10.13.51.9
udp://239.255.1.1:1001x endpoints
udp://239.255.1.1:1002x endpoints
udp://239.255.1.1:1003x endpoints
udp://239.255.1.1:1004x endpoints
webdav://sdi5 endpoints
webdav://sdi6 endpoints
webdav://sdi7 endpoints
webdav://sdi8 endpoints
VLAN 1114
msk-cdp-live1
msk-cdp-live2
cdp-live.playfamily.ru
public IP
CDN

# Текущая конфигурация

4 Elemental Live + 4 Elemental Delta

WebDAV + Multicast для Failover

Добавили мультидороги (русский комментатор + интершум)

Добавили игры в 50fps

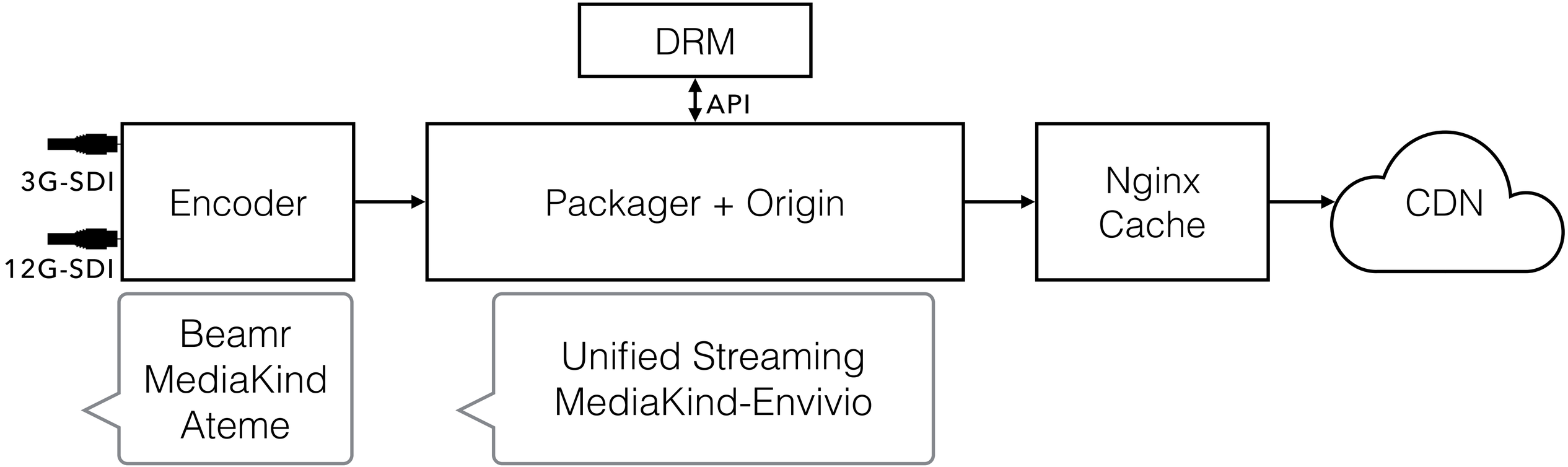
На LG переходим на DASH со SmoothStreaming

Модифицированный Nginx cache для поддержки “капризных” SmartTV (.ism->.isml, Manifest->manifest, etc.)

# Ближайшие задачи

Ищем более стабильный Packager+Origin

Проектируем 4K: качество, 12G-SDI vs ST-2110






HL 2019 HighLoad++

# Что учитывать при выборе решения?

Бизнес-сценарии – 24/7 или события

Старт/финиш трансляции

Окончание трансляции – переход Live 2 VOD

Совместимость encoder'а и pakager'а по протоколу обмена видео

Стабильность

Имитация реального сигнала (AJA Ki Pro Ultra, Blackmagic)

# СПАСИБО

ökko

# ЗАПАС/АВАРИИ

ökko

# 11.08 - MUN-CHE

Пуши за полчаса до матча - всплеск паразитной нагрузки

Решение:

- разделили кластеры клиентские по Frontend API



HL 2019 HighLoad++

ökko

# 22.09 - CHE-LIV

Развалился мультикаст за 10 минут до свистка на стыке окончания и старта игр

Всплеск паразитной нагрузки

Кластер Frontend API Web положил кластер Rabbit MQ

Решение:

- настроили RabbitMQ
- добавили кэши на всплески нагрузки: in-app, nginx, web service workers



HL 2019 HighLoad++

ökko

# 20.10 - MUN-LIV

Всплеск нагрузки на Web - не хватило мощности кластера FrontendAPI

Перевели нагрузку на Android - сложился на 5 минут

Решение:

- расширение Frontend API
- оптимизация микросервисов



HL 2019 HighLoad++

ökko

# 10.11 - LIV-MCI

Конфигурация для большого матча

- 76 нод Frontend API
- кэши везде
- двойное резервирование сингала WebDav + Multicast
- доп.CDN



HL 2019 HighLoad++