ökko

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

Алексей Голубев (CTO Okko)

6 ноября 2019

HighLoad++

Профессиональная конференция для разработчиков высоконагруженных систем

ökko

Okko.Фильмы

Премиальный видео-сервис

Без рекламы

Доступен на следующих устройствах

- SmartTV (2010+), PlayStation 3, 4/4 Pro, XBox
- AndroidTV, Nvidia Shield, Xiaomi MiBox
- AppleTV
- Мобильные устройства на базе iOS & Android
- okko.tv

HL 2019 HighLoad++

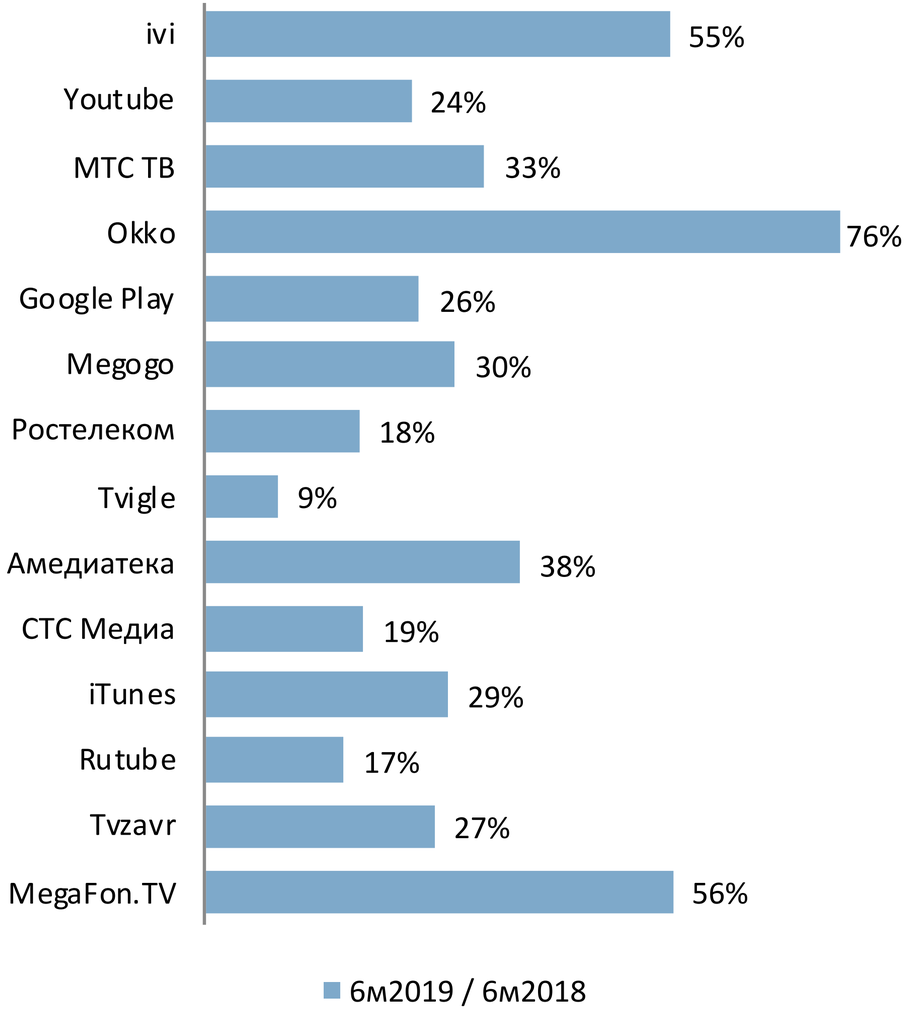
ОККО.ФИЛЬМЫ 2018/2019

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

ökko СПОРТ | Premier League

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

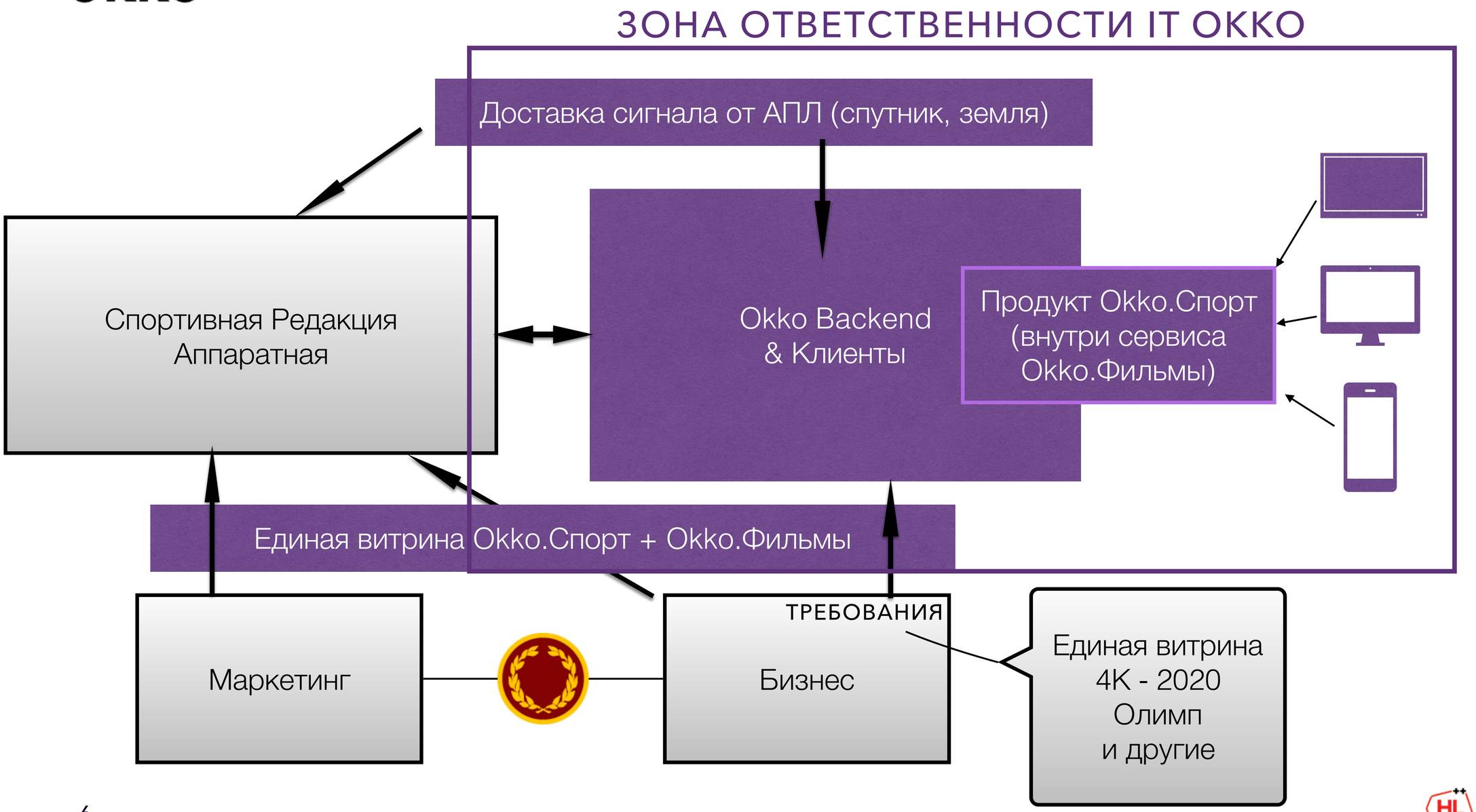
1. Единственный официальный вещатель в России
2. Full HD и без рекламы (но с “партнерской интеграцией”)
3. Все матчи в прямом эфире и в записи
4. На любом устройстве (Smart TV, PS4, tvOS, iOS, Android, веб-сайт okko.sport)
5. Доп. возможности: пауза и перемотка назад в live, скрыть/показать счёт, интершум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

ökko

Okko.Спорт. Начало

HL 2019 HighLoad++

СТРУКТУРА ПРОЕКТА



3,5 месяца до старта: направления работы

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

HL 2019 HighLoad++

ökko

ДОСТАВКА СИГНАЛА

HighLoad++

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)

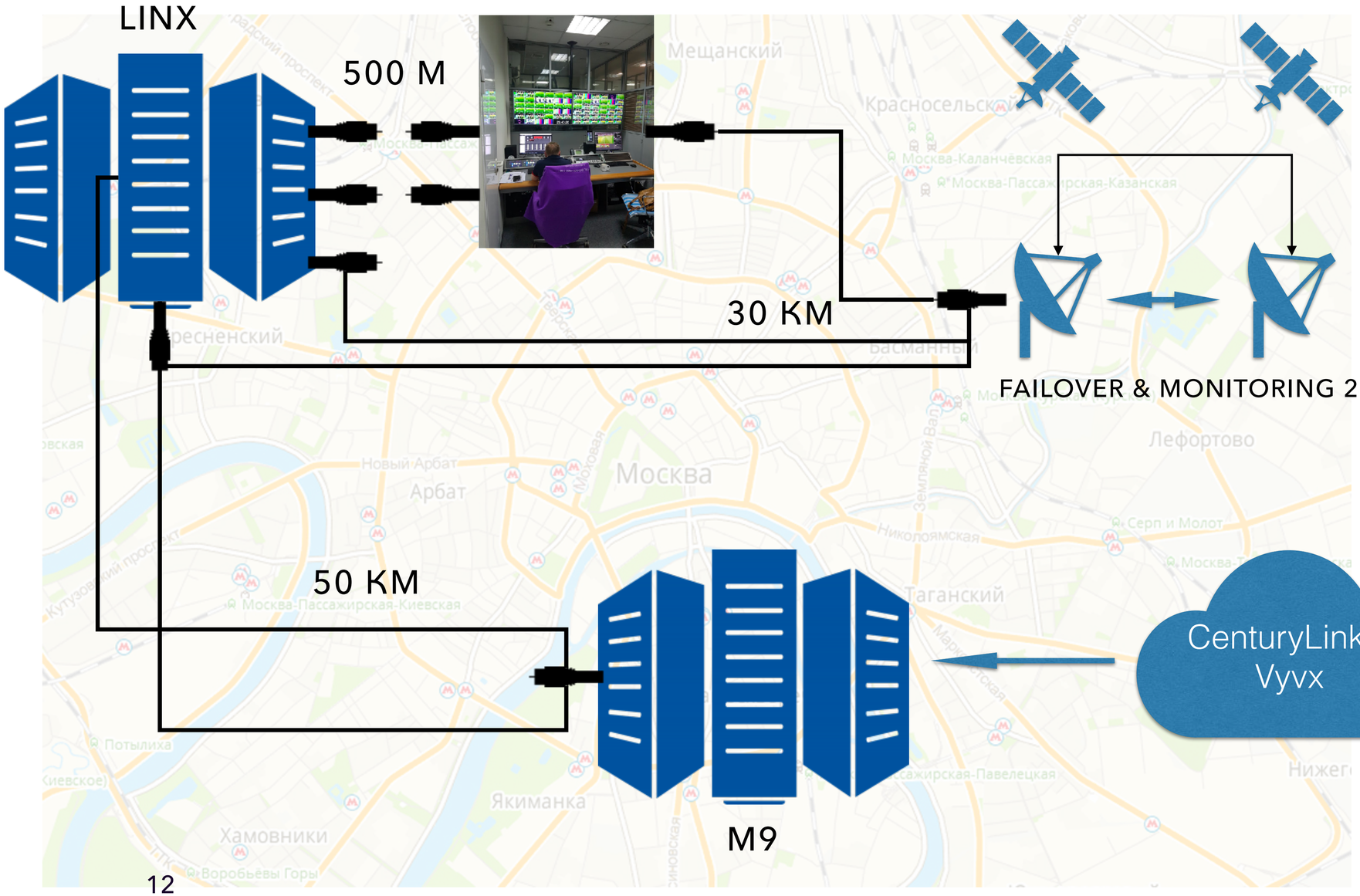
Телевизионный SDI-формат (Serial Digital Interface)

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: SMPTE ST2022, ST2110

“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 vs DIN

Правильно завинчивайте FC-разъем!

Расстояние имеет значение – 50км по Москве вместо 10км – замена SFP

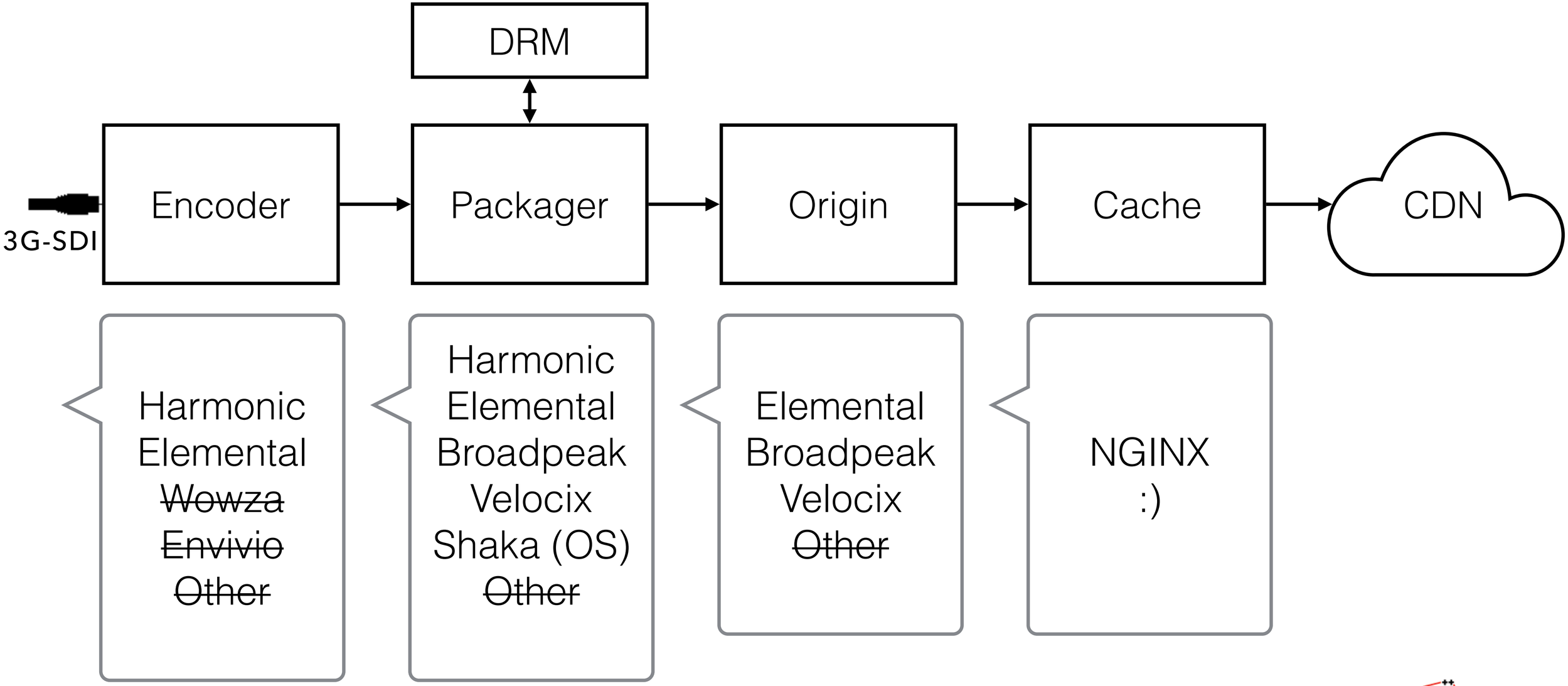
Standard BNC Din 1.0 /2.3 High Density BNC

ökko

ПОДГОТОВКА LIVE-КОНТЕНТА

HL 2019 HighLoad++

СХЕМА ПОДГОТОВКИ LIVE-КОНТЕНТА



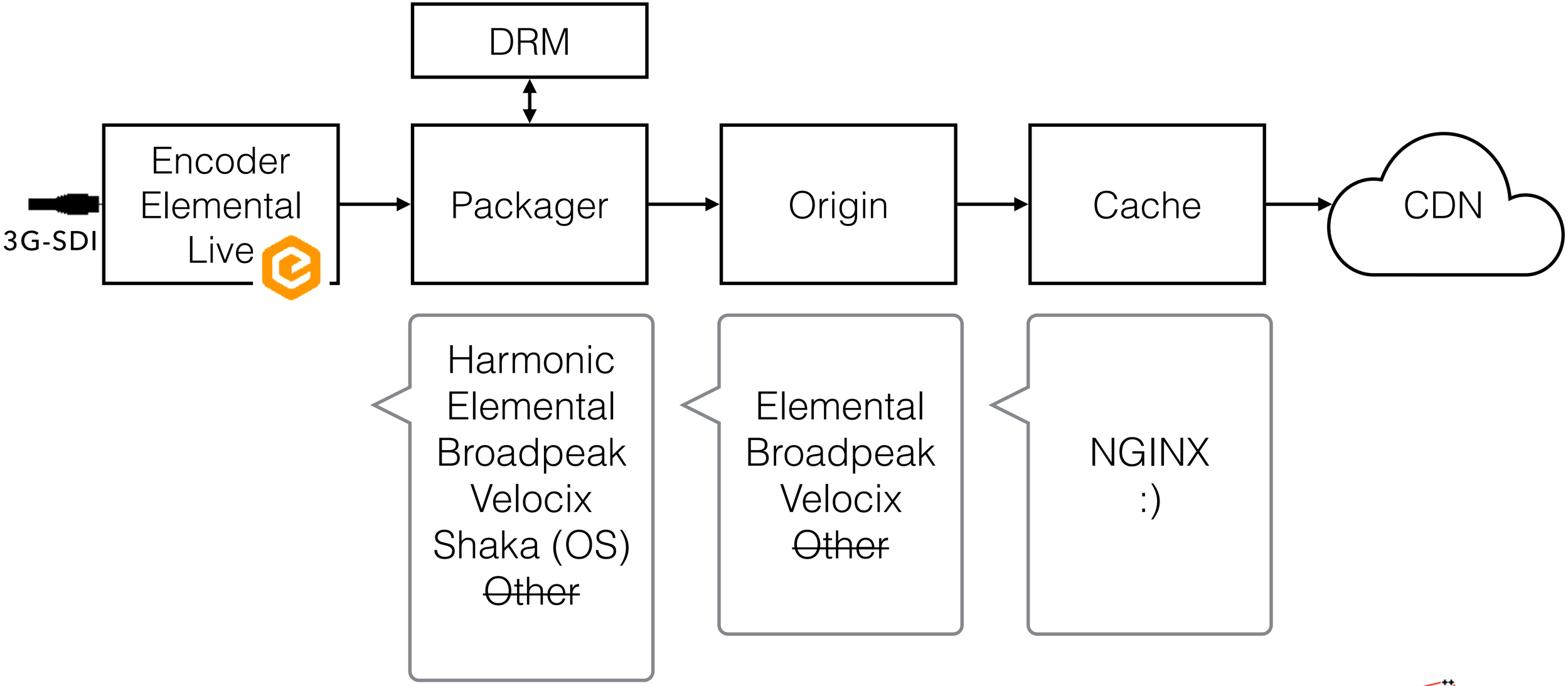
Выбор encoder’a

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

Resolution	FPS	Bitrate (kbit/s)
1920x1080	25/50	8000
1920x1080	25/50	6500
1920x1080	25/50	4200
1280x720	25/50	3200
1280x720	25/50	2000
1280x720	25/50	1200
720x400	25/50	700

СХЕМА ПОДГОТОВКИ LIVE-КОНТЕНТА



Выбор packager’a и origin’a

1. Поддержка 3-х основных форматов:

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

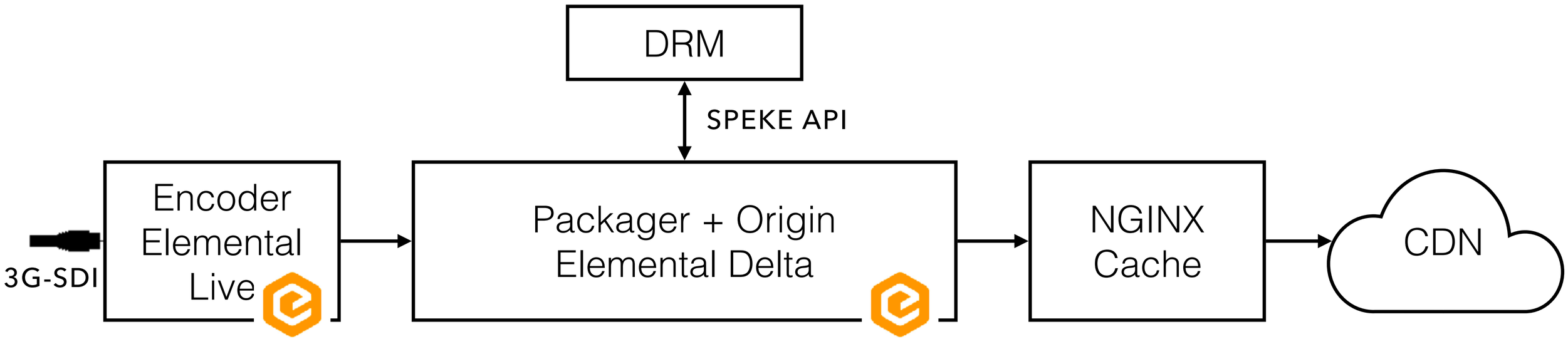
2. Тестирование совместимости с “зоопарком” SmartTV
3. 50fps работает не на всех SmartTV и Android, закономерности нет
4. Сверхсжатые сроки для интеграции и тестов
5. Упрощенная схема поддержки
6. Цена

aws elemental

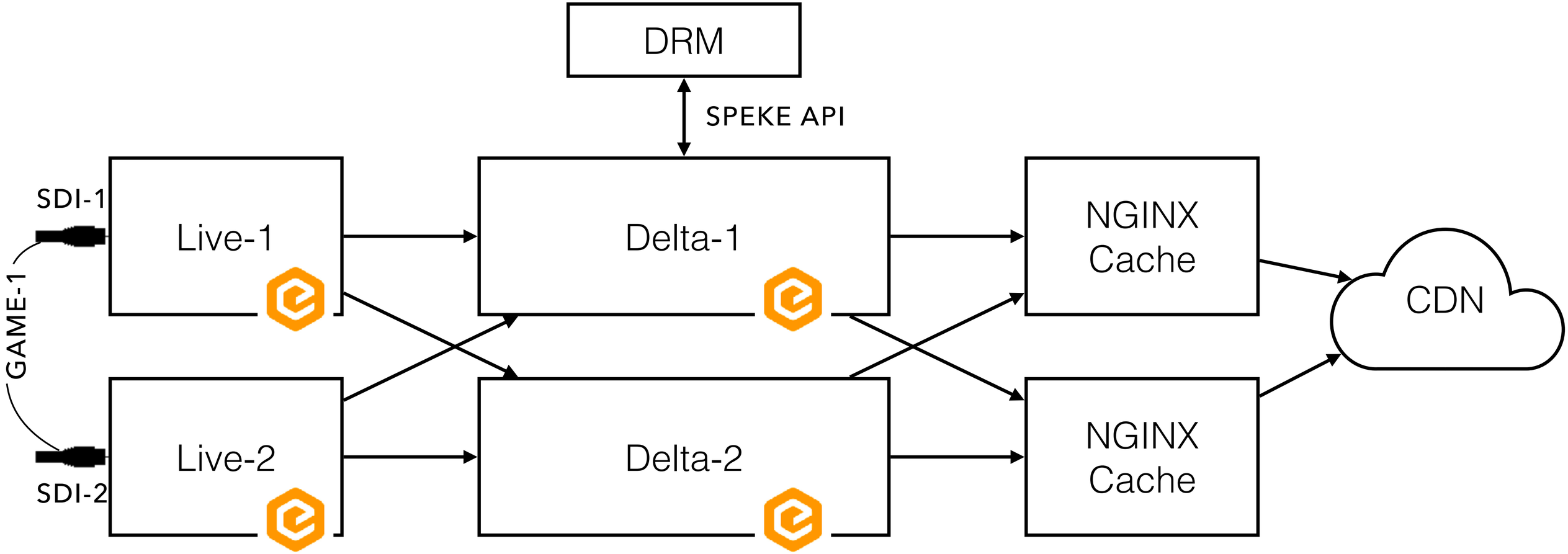
TV

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

СХЕМА ПОДГОТОВКИ LIVE-КОНТЕНТА



Настройка для отказоустойчивости



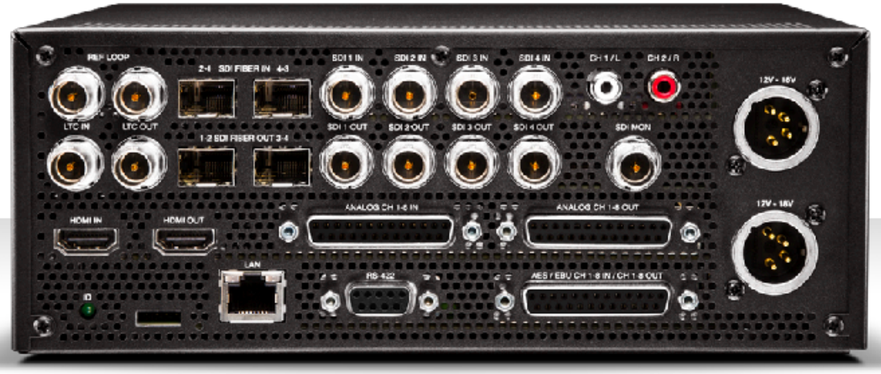
HL 2019 HighLoad++

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.)



HL 2019 HighLoad++

Что учитывать при тестировании?

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

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

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 для HLS и SmoothStreaming (xslt-преобразование)
5. Кратковременный кэш ошибок для снижения нагрузки на origin’ы

HL 2019 HighLoad++

Модифицируем NGINX-cache

```
# Capitalize 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 *;
}
```

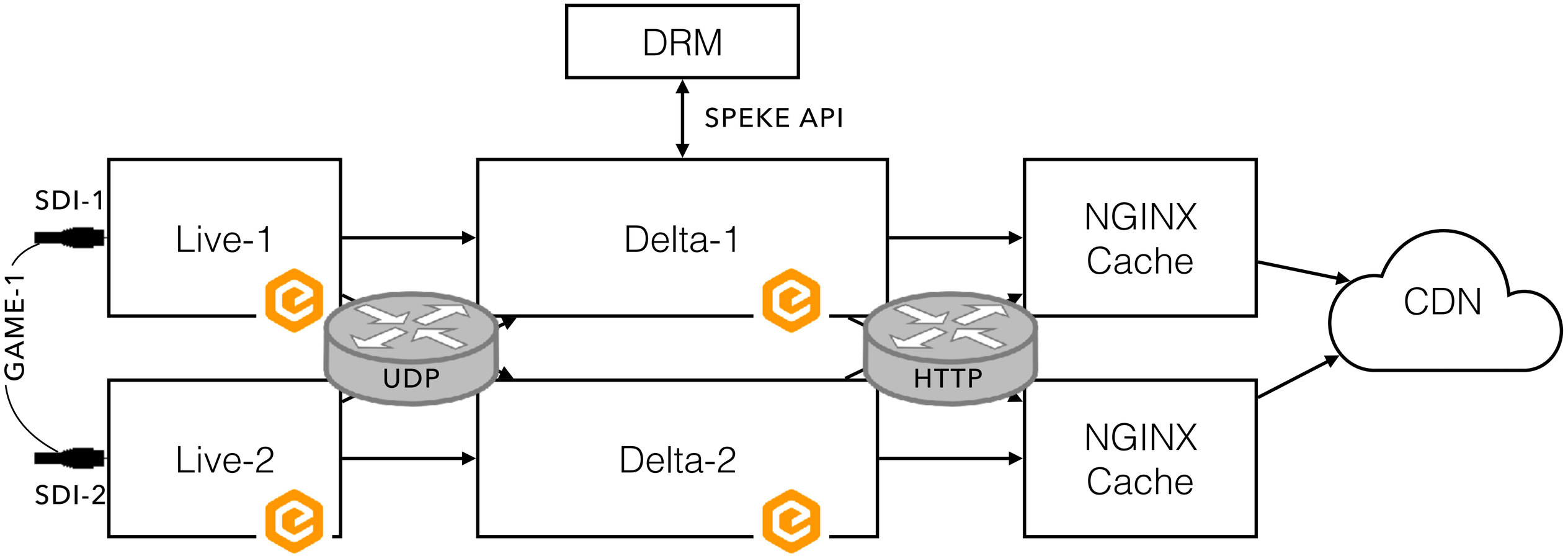
```
# Without cdp signature tokenized HLS manifest
location ~ ^/m/([a-z]+)/(\d)/(.*m3u8)$ {
  subs_last_modified on;
  subs_filter '#EXT-X-STREAM-INF.*720x400.*\n[^#]*' '' 'rg' $token ~ '^((?!s).)+$';
  subs_filter '#EXT-X-STREAM-INF.*1280x720.*\n[^#]*' '' 'rg' $token ~ '^((?!h).)+$';
  subs_filter '#EXT-X-STREAM-INF.*1920x1080.*\n[^#]*'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

3 недели до старта: первые трансляции

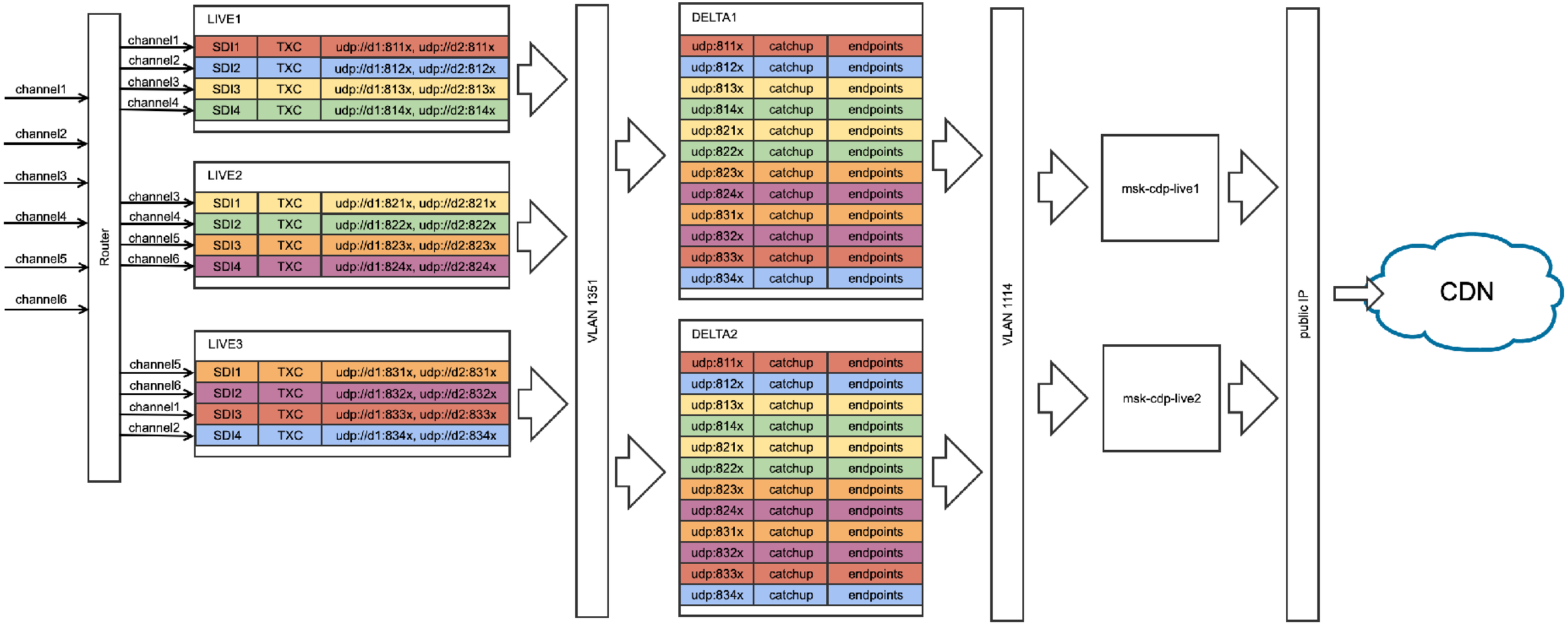
DATE	KOT MSK	TEAM A	TEAM B	VENUE	Remark	By
17.07.	13:00	Newcastle United	Wolverhampton Wanderers	Asia Trophy	CLOSED TEST	PLP
17.07.	15:00	Manchester City	West Ham United	Asia Trophy	CLOSED TEST	PLP
20.07.	12:00	3rd place		Asia Trophy	CLOSED TEST	PLP
20.07.	14:30	Final		Asia Trophy	CLOSED TEST	PLP
24.07.	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!!!

HL 2019 HighLoad++

ПОДГОТОВКА LIVE-КОНТЕНТА



КОНФИГУРАЦИЯ КЛАСТЕРА: ИЮЛЬ: UNICAST-UDP



ökko

Модификация кластера на базе UDP Unicast

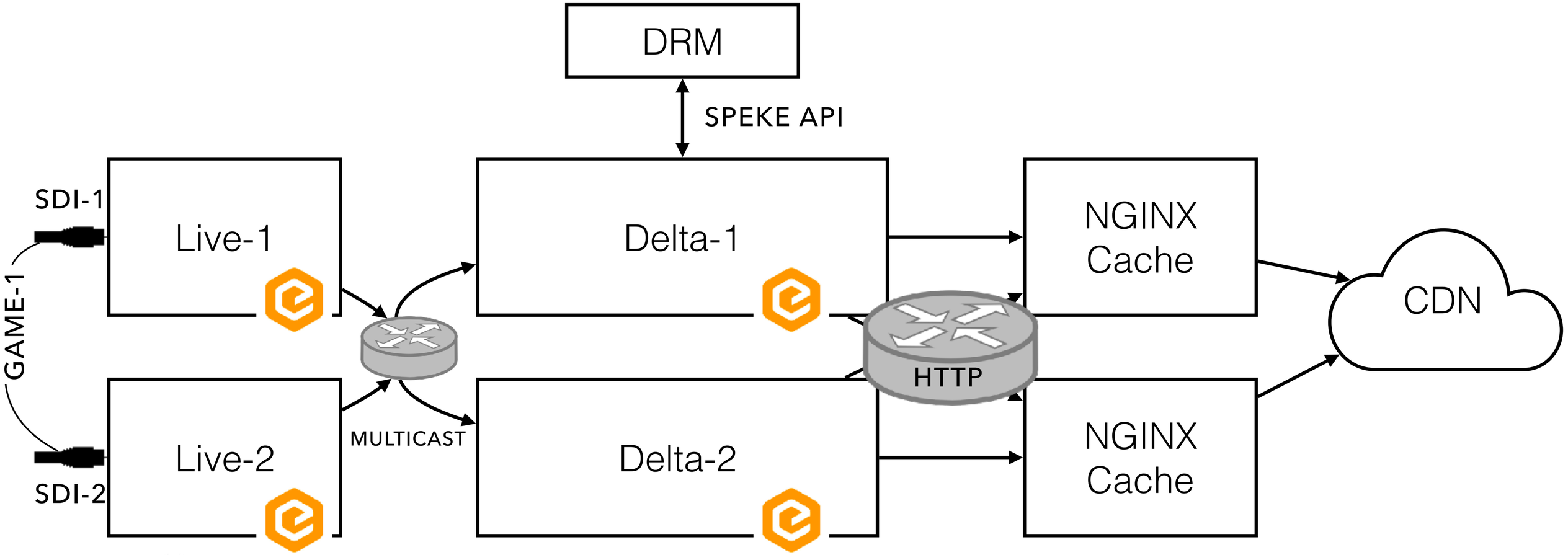
Неэффективно по лицензиям (by channel/game)

Не подходит для большого количества одновременных игр

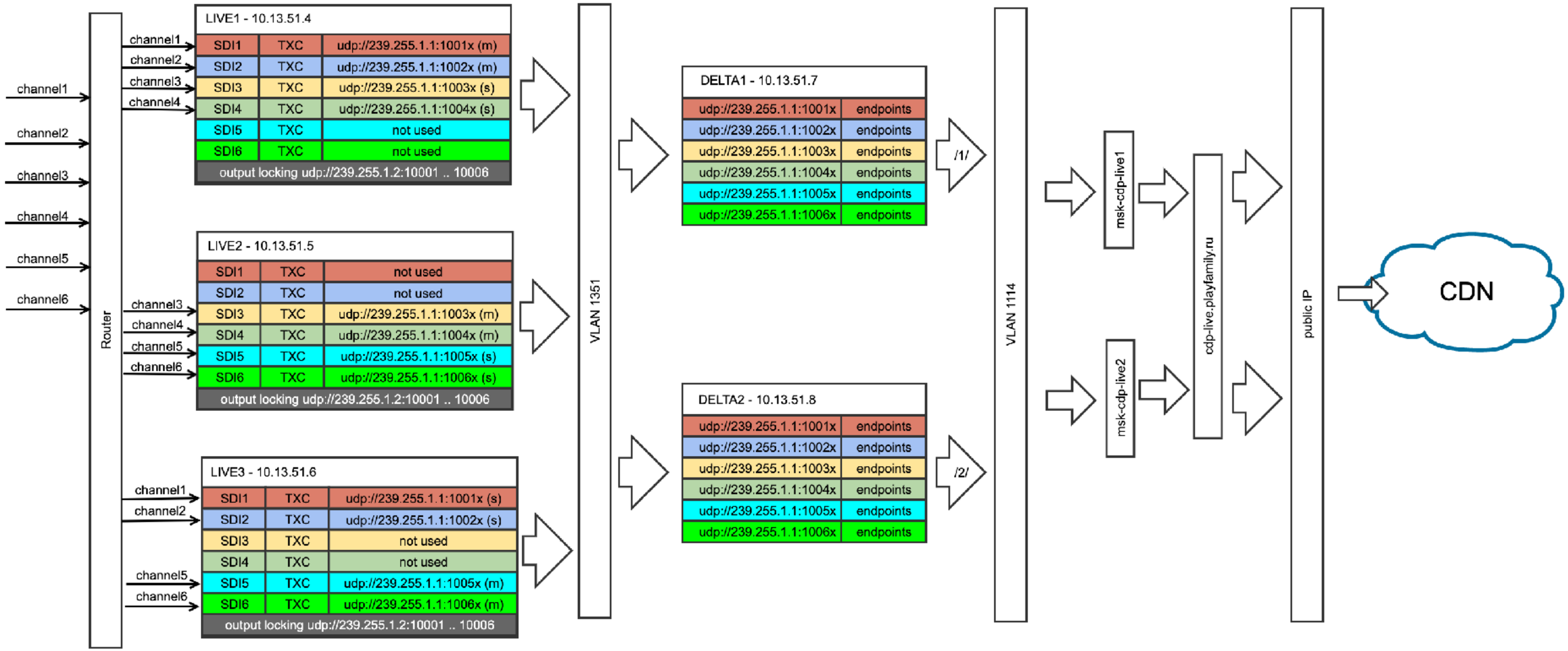
Меняем схему – используем UDP Multicast

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

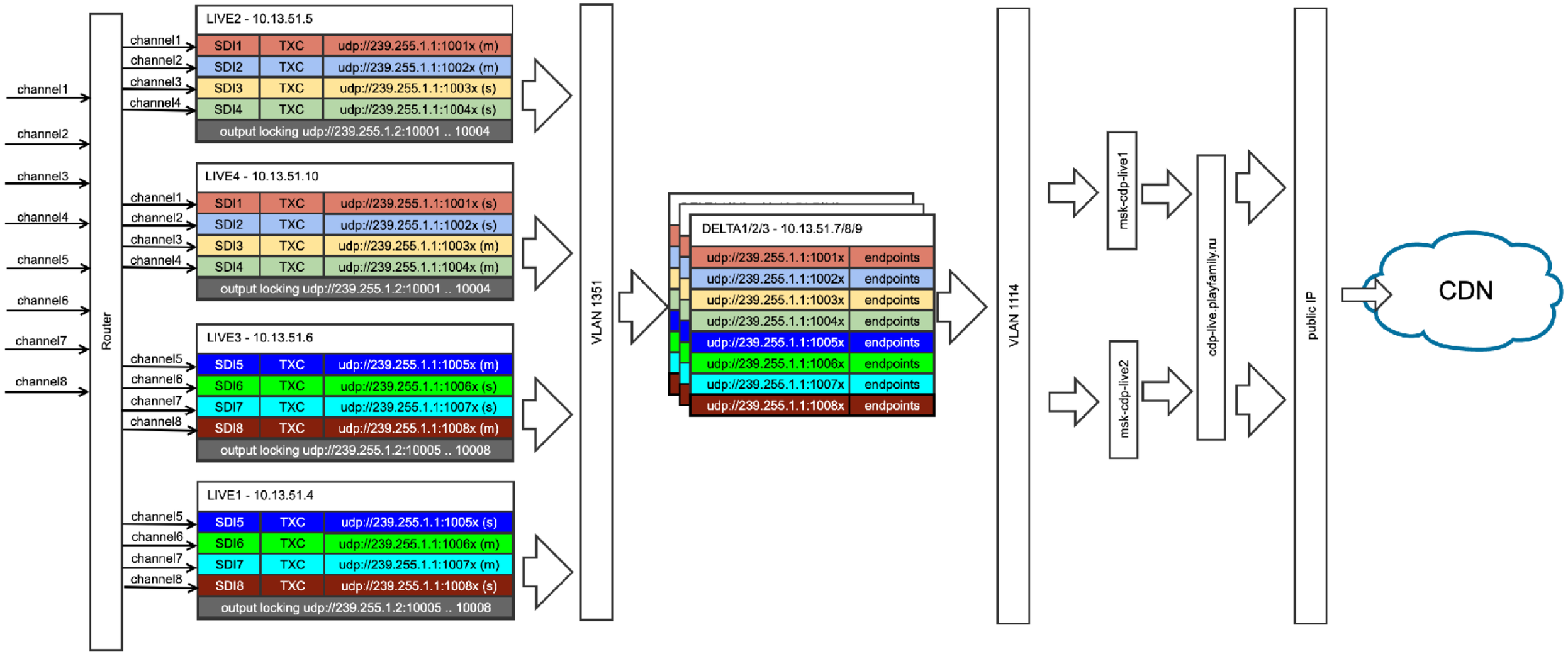
Надо 8 игр = 1+6+1 с разогревом и пост-интервью

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 стримов на старте трансляции между основным и резервным encoder'ом – необходима синхронизация!

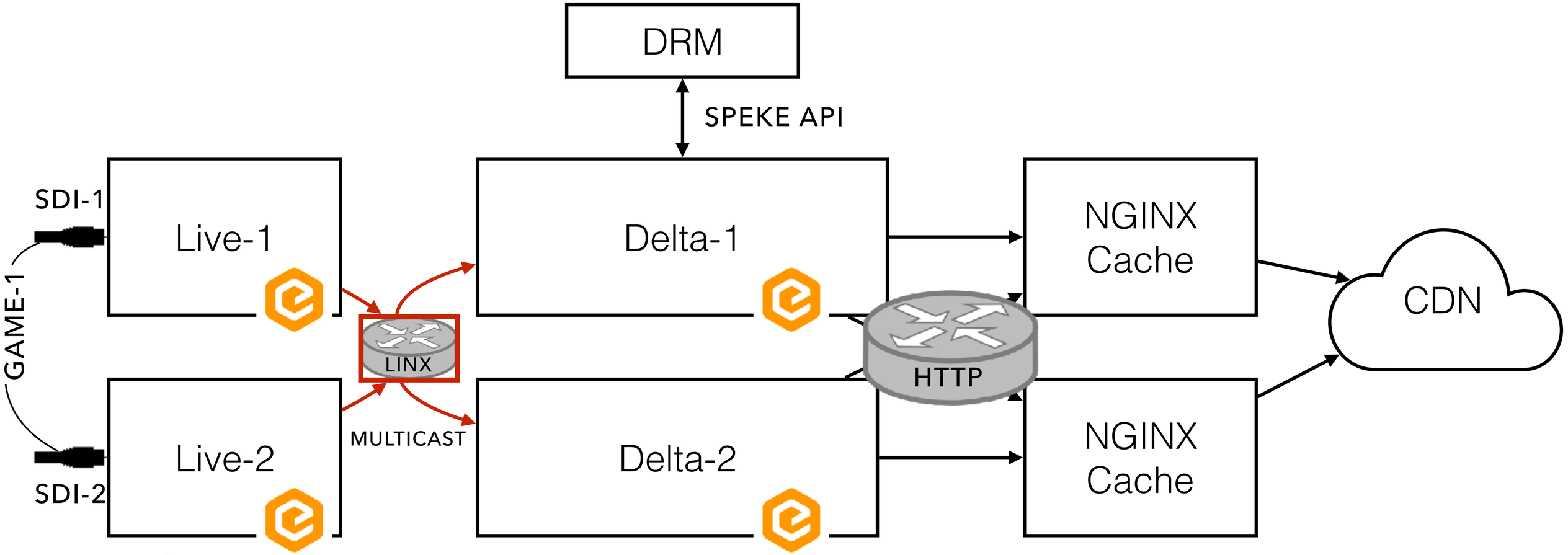
Обнаружен drop и reordering сетевых мультикаст-пакетов – проблемы в выходном сигнале

Smooth Streaming на LG некорректно воспринимает переход из Live в VOD. Причина – VOD-манифест от Delta

Меняем схему – протокол WebDAV HTTP от Live к Delta

HL 2019 HighLoad++

Проблема в настройках коммутатора



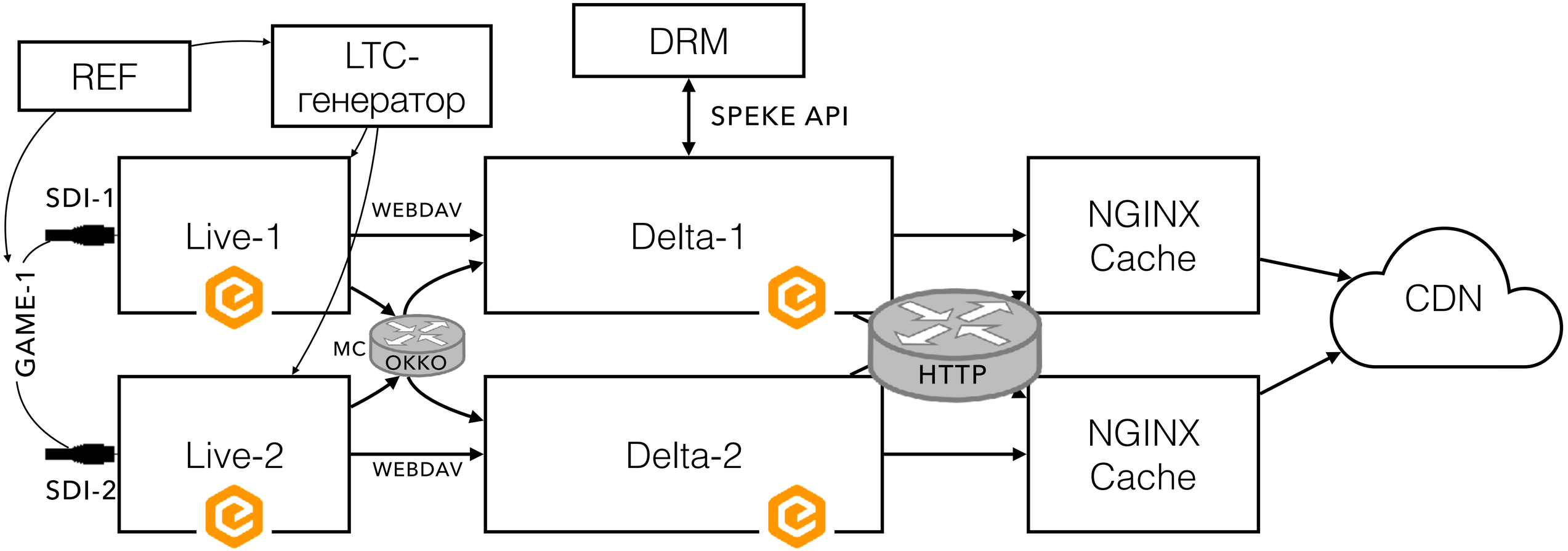
HL 2019 HighLoad++

Кластер на базе WebDAV+Multicast

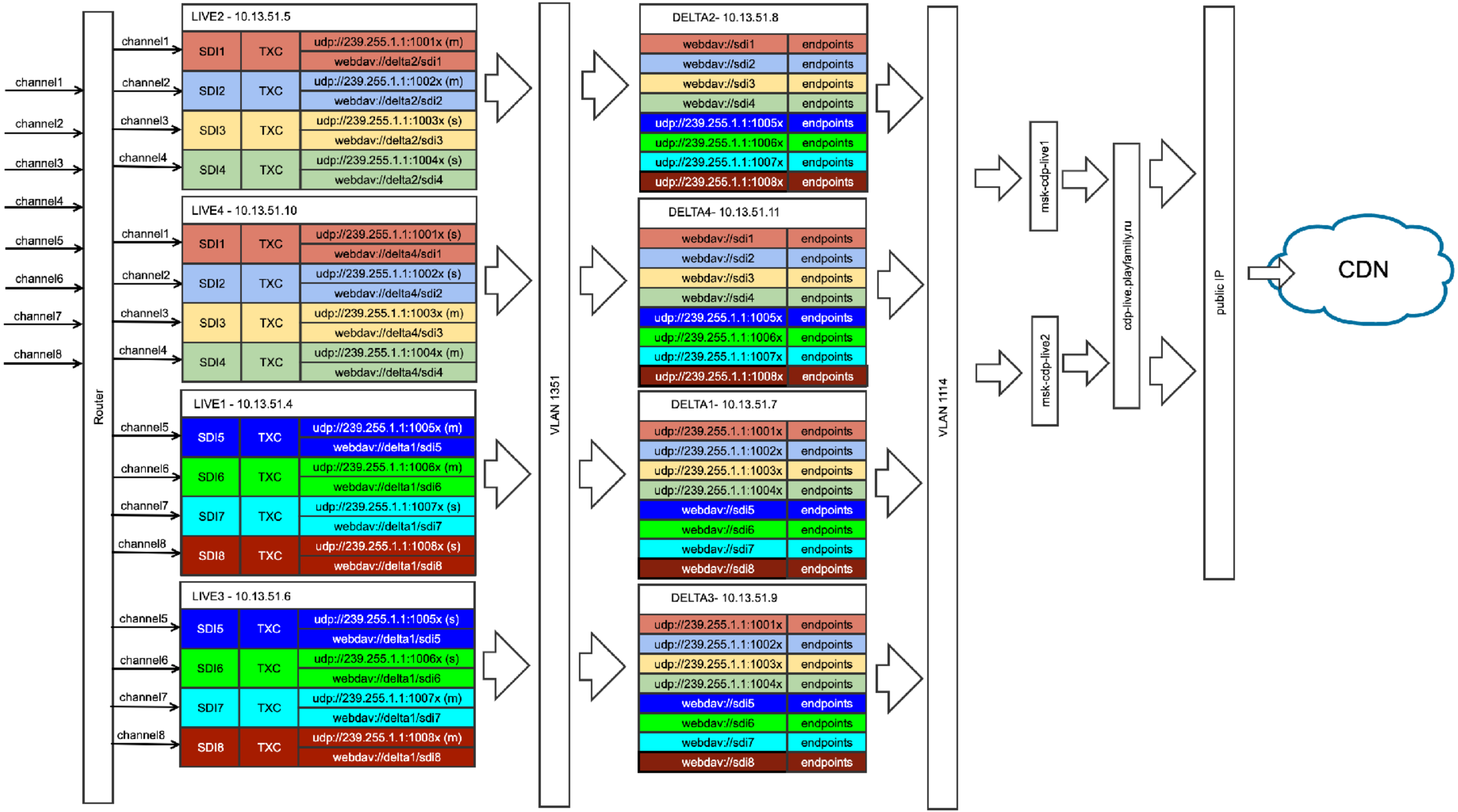
1. Отдельный сетевой коммутатор
2. WebDAV + Multicast
3. LTC-синхронизация на вход Elemental Live
4. В такой конфигурации
    1. Мультикаст резервирован с двух лайвов
    2. WebDAV резервирован не полностью (L2→D2, L4→D4, L1→ D1, L3→D3), но резервирован мультикастом
    3. В нормальной ситуации трафик 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++


Router
channel1
channel2
channel3
channel4
channel5
channel6
channel7
channel8
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

СПОРТИВНЫЕ ТРАНСЛЯЦИИ – ЭТО ТРАНСЛЯЦИИ “НА БЕГУ” (С)

(с) выпускающий режиссер Okko.Спорт

Текущая конфигурация

4 Elemental Live + 4 Elemental Delta

Каждая игра – WebDAV + Multicast для Failover:

– WebDAV – более надежен и стабилен

– Multicast – проще масштабировать origin’ы

Добавили мультидороги (русский комментатор + интершум)

Добавили игры в 50fps

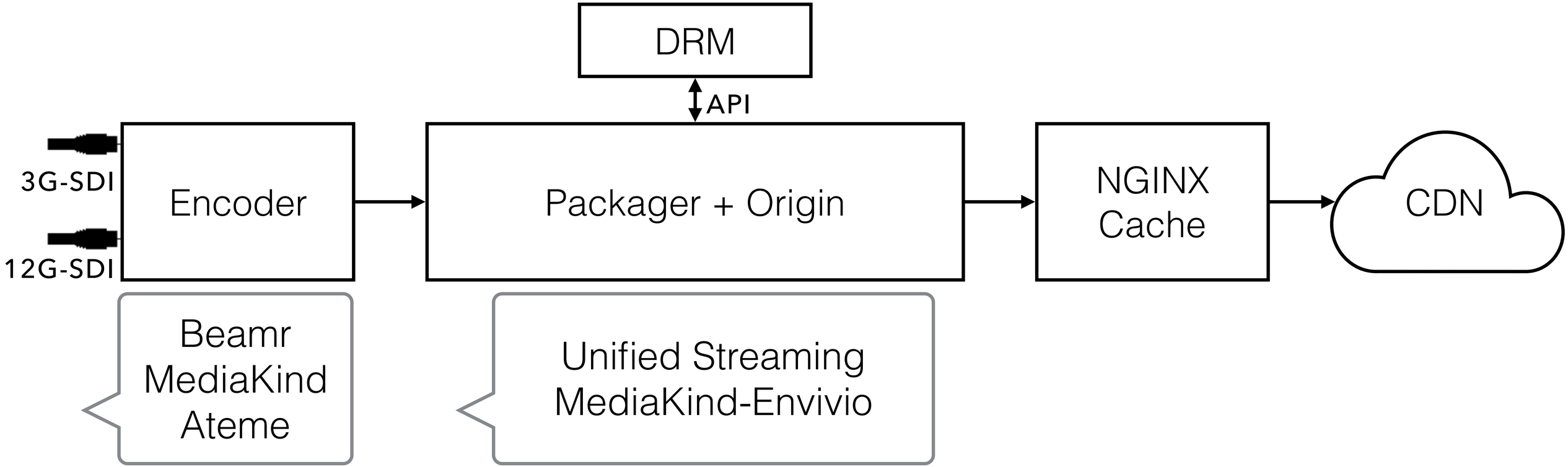
На LG переходим на DASH со SmoothStreaming

Модифицированный NGINX-cache для поддержки “капризных” SmartTV (.ism->.isml, Manifest->manifest, и т.д.)

Ближайшие задачи

Ищем более стабильный Packager+Origin

Проектируем 4K: качество, 12G-SDI vs SMPTE ST2110



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 packager'а по протоколу обмена видео

Стабильность

Имитация реального сигнала (AJA Ki Pro Ultra, Blackmagic)

ökko

NO ONE LIKES US, WE DON’T CARE!

или немного о сбоях во время прямых трансляций

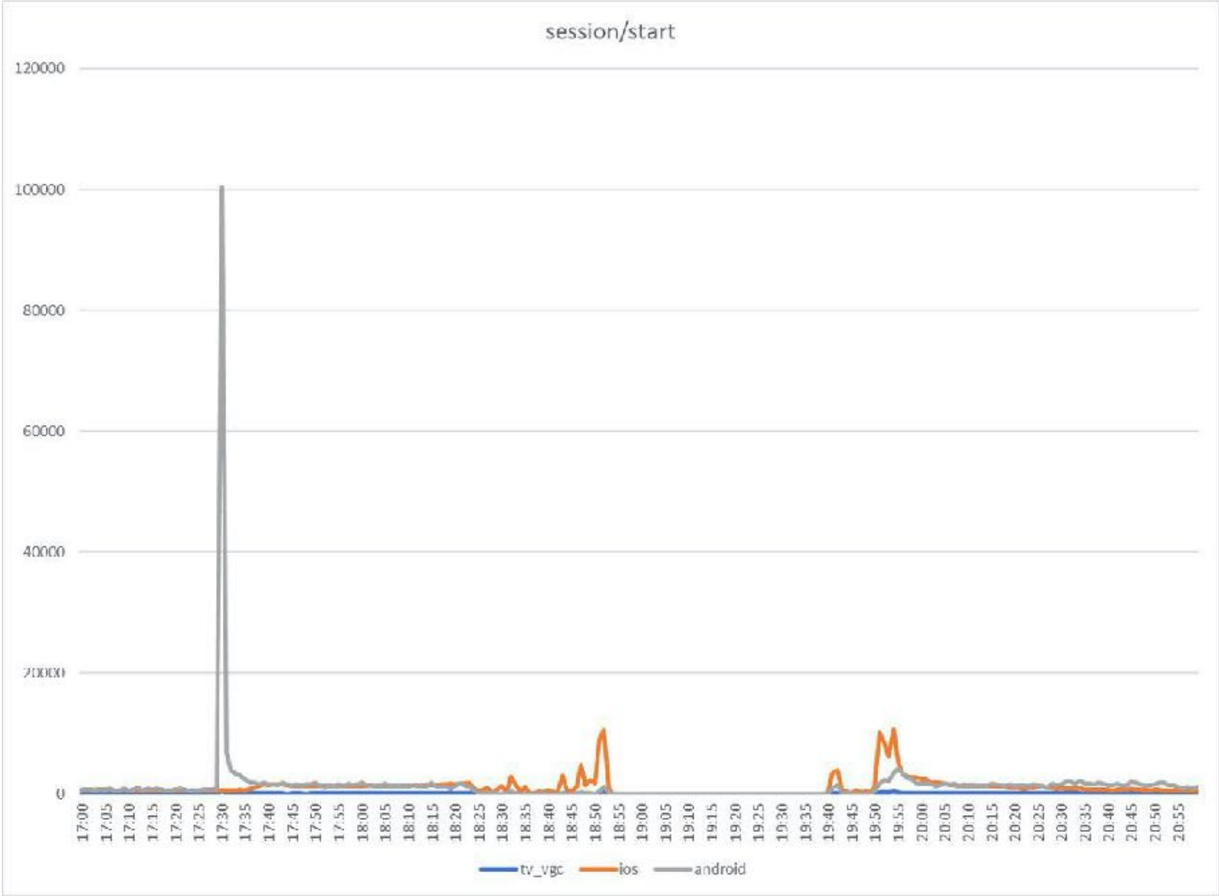
ökko

11.08.2019. Тур 1. Игра 10. Манчестер Юнайтед – Челси

За полчаса до матча разослали mobile push:

– Bug на Android-клиенте

– всплеск паразитной нагрузки



Решение

Разделили серверы Frontend API по клиентским кластерам на основе нагрузки от фильмов:

– SmartTV – 31%

– iOS + AppleTV – 25%

– Web – 25%

– Android + AndroidTV – 19%

ökko

22.09.2019. Тур 6. Игра 60. Челси – Ливерпуль

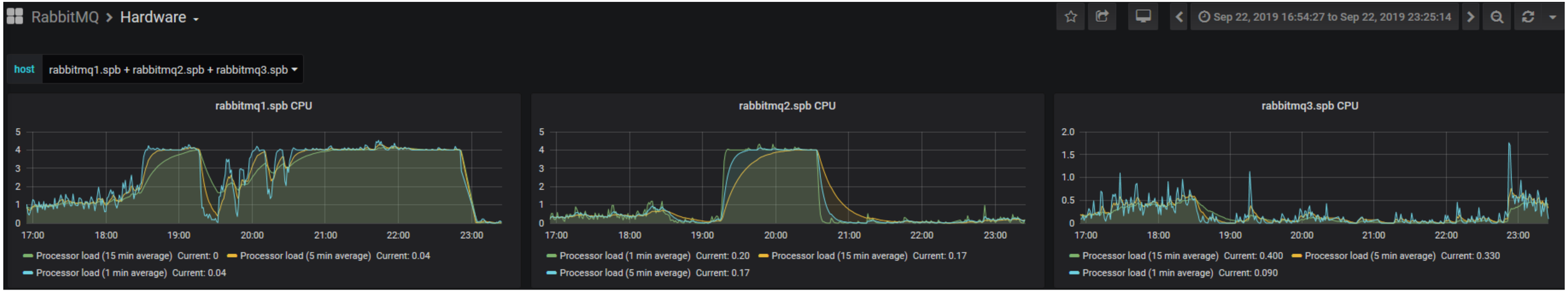
Развалился мультикаст за 10 минут до свистка на стыке окончания и старта игр

– Происходил drop и reordering multicast-пакетов

– Failover-пара encoder’ов Elemental Live не понимала состояние друг друга

Всплеск паразитной нагрузки от F5 на Web

Кластер Frontend API Web положил кластер Rabbit MQ, что привело к недоступности других кластеров Frontend API



HL 2019 HighLoad++

ökko

22.09.2019. Челси – Ливерпуль. Решение

1. Расширили кластер RabbitMQ и оптимизировали настройки кластера и приложений
2. Добавили кэши на кратковременные всплески нагрузки в том числе для авторизованного режима:
   – в приложениях
   – на уровне NGINX
   – на уровне web-приложений через механизм service workers
3. Расширили кластер Web'а Frontend API до размеров SmartTV

ökko

20.10.2019. Тур 9. Игра 89. Ман.Юнайтед – Ливерпуль

Органический рост пользователей на Web – не хватило мощности кластера Web'а FrontendAPI на всплеск нагрузки за 5 минут до стартового свистка

Оперативно перевели часть нагрузки на кластер Android

Восстановились за 10 минут, кто начал смотреть игру – ничего не заметил. Проблемы были у опоздавших к стартовому свистку

ökko

20.10.2019. Ман.Юнайтед – Ливерпуль. Решение

1. Расширили кластер Web'а и Android'а на основе данных по спорту:
   – Web – 32%
   – SmartTV – 24%
   – Android + AndroidTV – 24%
   – iOS + AppleTV – 20%
2. На okko.tv ввели режим "спорт" во время трансляций – стартуем со страницы с играми, она "легче"
3. Оптимизация микросервисов, запросов авторизации и первой страницы

HL 2019 HighLoad++

ökko

10.11.2019. Тур 12. Игра 120. Ман.Сити – Ливерпуль

Конфигурация для большого матча:

– Web – 40%
– SmartTV – 20%
– Android + AndroidTV – 20%
– iOS + AppleTV – 20%

Добавили кэшей по всему backend'у

Улучшили кэширование запросов к origin'у от CDN

Двойное резервирование сигнала WebDav + Multicast

Добавляем дополнительный CDN

HL 2019 HighLoad++