

Образовательная сессия »Миграция технологий Телевещания и ProAV в IP«



EXHIBITION - CONFERENCE
OCTOBER 2-3
TURAN UNIVERSITY, ALMATY, KAZAKHSTAN



Synamedia



Динамическое медиапроизводство.

Переосмысление архитектуры современных медиакомплексов

**ШКОЛА
ИНЖЕНЕРОВ
КИНО И ТВ**



ОСНОВАНА В 2016 ГОДУ

WWW.MPE-EDU.RU

Дополнительное профессиональное образование для инженеров телевидения, киноиндустрии и онлайн-медиасервисов



Олег Березин

НЕВАФИЛЬМ | SMPTE RUS* | ШКОЛА ИНЖЕНЕРОВ ТЕЛЕВИДЕНИЯ ВШК
куратор образовательных программ НОЦ ОРИЕНТИР НовГУ им. Я. Мудрого

03 октября 2025, Алматы



MPE-EDU.RU

ПЕРВЫЕ 100 ЛЕТ ТЕЛЕВИДЕНИЯ
IP IV


- 2025** – виртуализация производства, **медиа как функция**
- 2020** – распределенное производство, **облачные технологии на основе IP**
- 2017** – семейство стандартов **SMPTE 2110, NMOS** (2018: IS-04 v1.0.2)
- 2002** – Pro-MPEG Code of Practice #3 release 2 - Pro-MPEG Forum

ЦИФРА
III


- 1988** – СССР: **первая в мире (!) цифровая АСБ и ЦА** (проект «Студия» ВНИИТ, 1982 - 1988)
- 1986** – Рек. CCIR-656, последовательные **SDI*** и параллельные интерфейсы PDI телевизионного студийного оборудования для передачи цифрового компонентного видеосигнала 4:2:2
- 1982** – Рек. CCIR-601 параметры кодирования цифрового телевидения 625 и 525 строк
- 1972** – **начало разработки цифрового студийного стандарта** (11 ИК МККР, М.И. Кривошеев)

ЦВЕТ
II


- 1967** – **первая в СССР широкоэвещательная передача по системе SECAM** и первая внестудийная цветная передача с Красной площади (7 ноября 1967)
- 1960** – из студии МОСЦТ в СССР началось экспериментальное вещание по советскому аналогу NTSC — ОСКМ «Одновременная совместимая система с квадратурной модуляцией»

ВЕЩАНИЕ
I

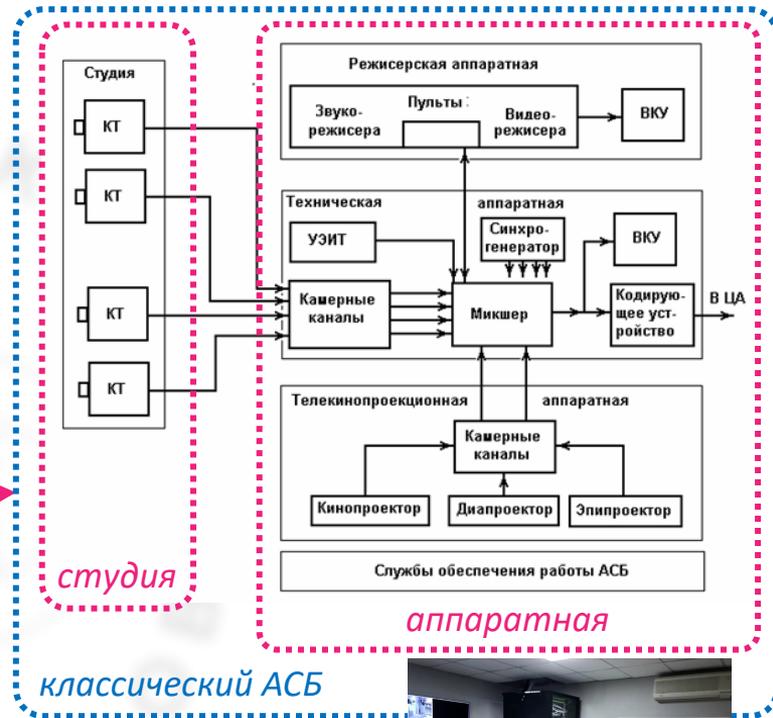

- 1944** – в СССР принят ТВ-стандарт (межведомственная нормаль) на 625 строк. Вещание с 1948 года.
- 1931** – **первая ТВ-передача в СССР** через радиостанцию Московского совета профсоюзов на волне 379 метров. Очевидцы утверждают, что не менее 10 телеприемников приняли сигнал. Система на диске Нипкова.
- 1925** – **первая действующая система механического телевидения** - телевизионная система Бэрда, основанная на механическом принципе развертки с использованием диска Нипкова (вертикальный 3x7 кадр)

NB! Термин SDI для цифровых последовательных интерфейсов в начале не употребляли, потому что тогда SDI – это была Strategic Defense Initiative, программа Стратегическая Оборонная Инициатива (СОИ), провозглашенная Рональдом Рейганом в телеобращении к нации 23.03.1983 года, направленная на развёртывание противоракетной обороны в космосе. aka программа «Звездные Войны»

ПЕРВЫЕ 100 ЛЕТ ТЕЛЕВИДЕНИЯ



Типовая структурная схема телевизионного технического комплекса



© фото с сайта Matrix Engineering

ПЕРВОПРИЧИНЫ И ПОСЛЕДСТВИЯ

от видеокассет к файловому производству

- **2011**: авария на Фукусиме. Разрушение заводов Sony (производство видеокассет HDCAM/HDCAM SR и т.д.)

от локального производства к распределенному производству и Media over IP

- **2020**: ковид и борьба с ковидом: (само)изоляция, дистанционка и т.д.



ПЕРВОПРИЧИНЫ И ПОСЛЕДСТВИЯ

от видеокассет к файловому производству

- **2011**: авария на Фукусиме. Разрушение заводов Sony (производство видеокассет HDCAM/HDCAM SR и т.д.)

от локального производства к распределенному производству и Media over IP

- **2020**: ковид и борьба с ковидом: (само)изоляция, дистанционка и т.д.

от масштабных цехов и аппаратных решений к программно-ориентированным процессам - медиафункциям

- **2025 - ...** : развитие IT, виртуализация, контейнеризация, ресурсы совместного пользования (память, CPU/GPU)

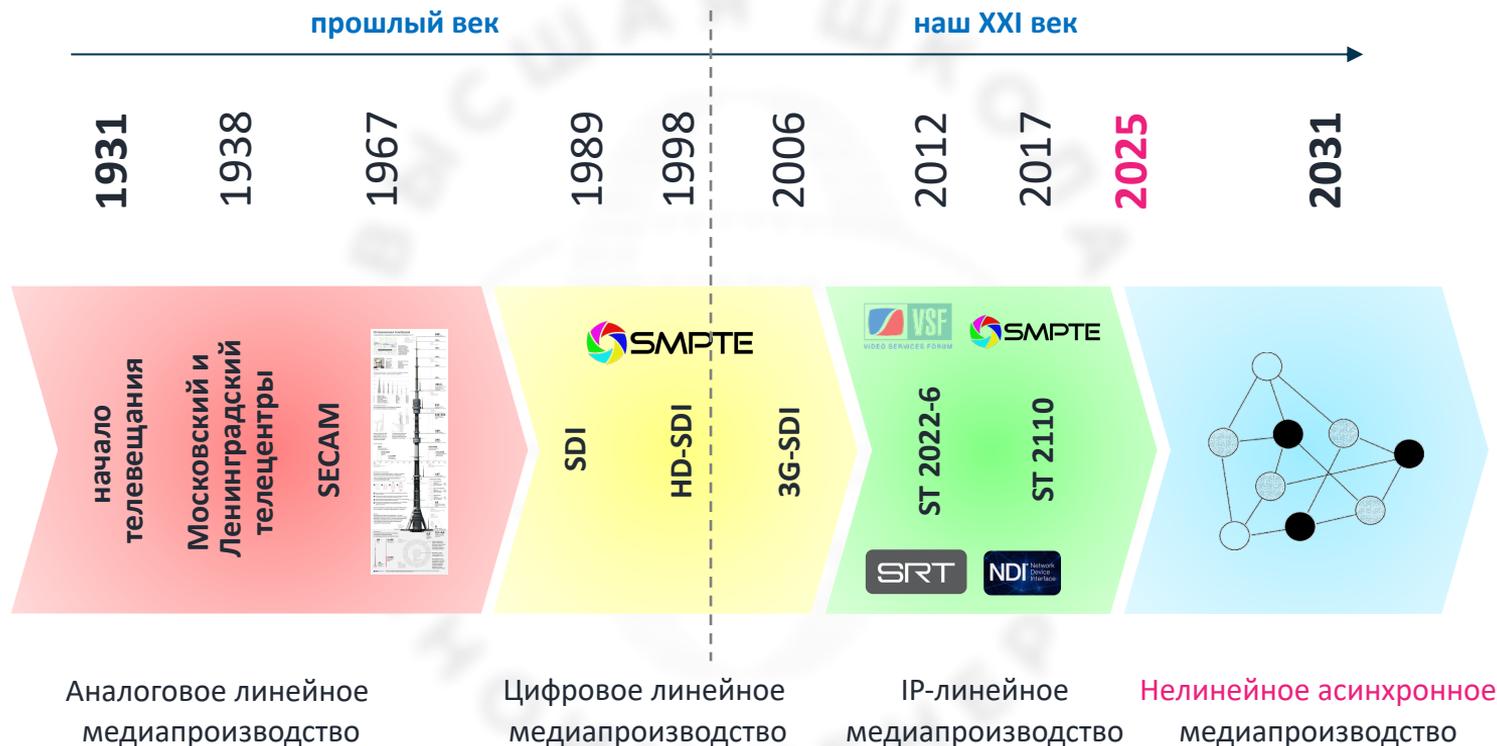


*Понос, Бета, Гравицапа, Пыква, Неваляшка, Пу**юк, ...*

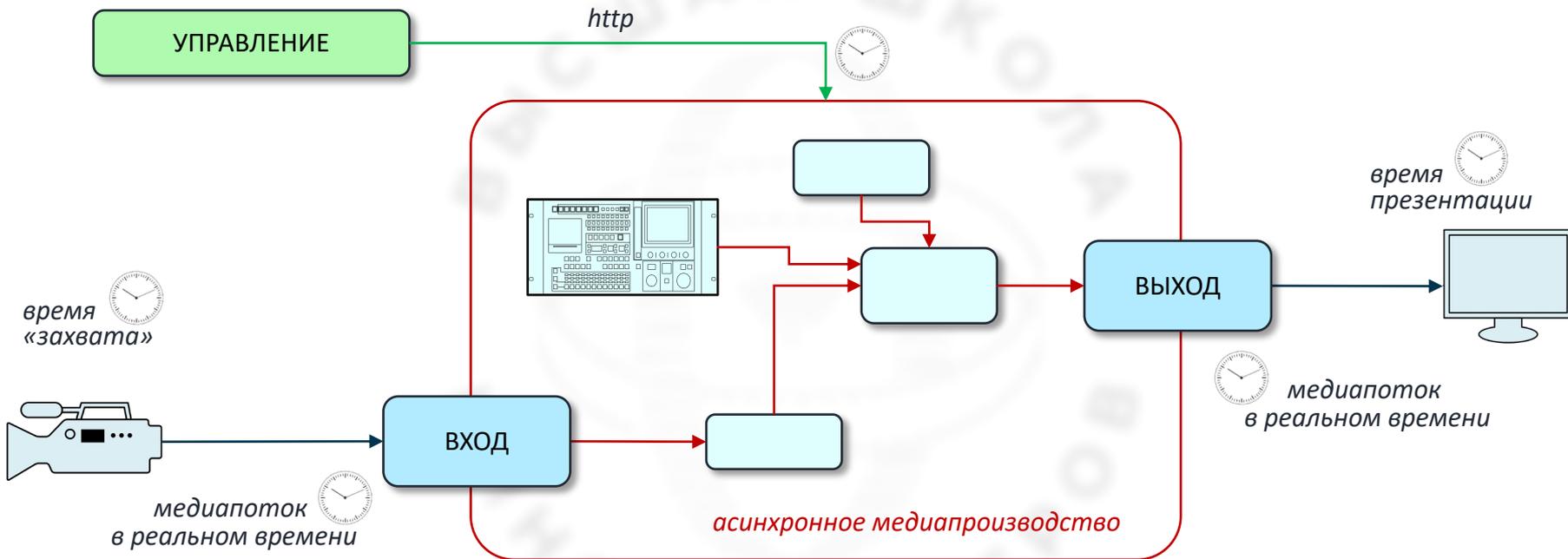


uuid: f35c-b22a-..., uuid: c3ba-0ffd-..., uuid: a5bc-fa5d-...,

ПОСЛЕДСТВИЕ: ОТ ЛИНЕЙНОГО МЕДИАПРОИЗВОДСТВА К НЕЛИНЕЙНОМУ АСИНХРОННОМУ МЕДИАПРОИЗВОДСТВУ



ПОСЛЕДСТВИЕ: АСИНХРОННОЕ МЕДИАПРОИЗВОДСТВО



NB! Вычислительные системы не работают линейно, и обрабатывают данные как можно быстрее, невзирая на границу кадра/строки во времени (главное, чтобы не дольше реального времени)

ПОСЛЕДСТВИЕ: ДИНАМИЧЕСКОЕ МЕДИАПРОИЗВОДСТВО

В основе динамического медиапроизводства – запуск, эксплуатация комбинирование и оркестрация особых *Ресурсов – медиасервисов*

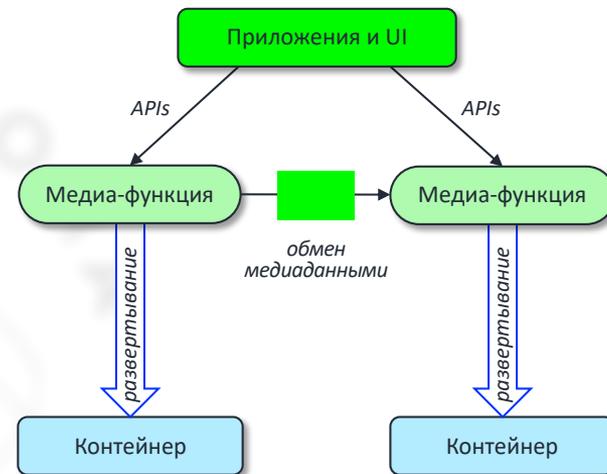
Современное медиапроизводство, по сути есть комбинация ресурсов

▪ Ресурсы – это

- производственные функции – медиафункции
- люди
- студии
- оборудование
- вычислительные мощности
- облачные кредиты и финансы
- транспорт
- линии передачи данных
- ...

▪ Атрибуты ресурсов

- время ресурса
- место ресурса
- осязаемость ресурса
- мультимодальность ресурса - специализация, функционал
- виртуализация ресурсов - отделение от аппаратной среды
- распределенные ресурсы
- ресурсы совместного использования
- асинхронные ресурсы
- эфемерные ресурсы
- ...

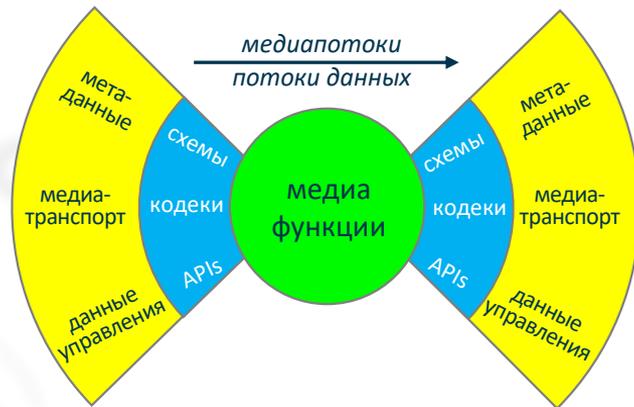


Медиафункции – дискретные модульные блоки ПО (микросервисы), отвечающие за прием, обработку и передачу медиаконтента, развертываемые, например, в виде контейнеров на общей контейнерной платформе и взаимодействующие с разделяемой памятью – *Shared Memory* вычислительно узла (узлов) общего назначения *COTS* (буквально: с полки магазина)

ДИНАМИЧЕСКОЕ МЕДИАПРОИЗВОДСТВО: МЕДИАФУНКЦИИ

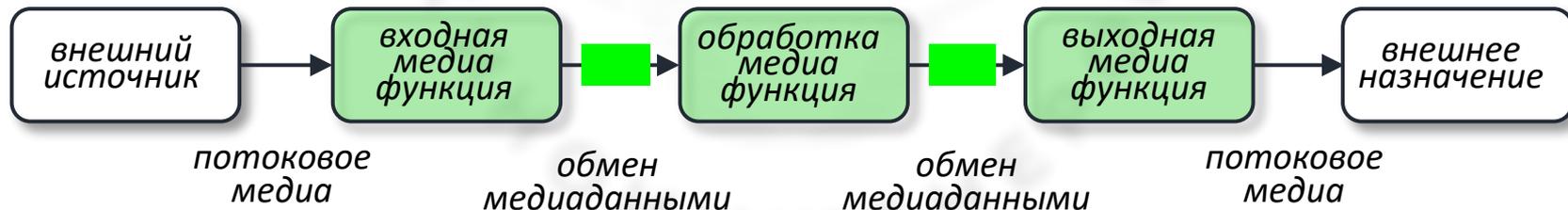
что нам нужно для реализации медиафункций:

- Высокопроизводительная передача полезной нагрузки мультимедиа между медиафункциями.
- Эффективный общий доступ к памяти (например, RDMA, RoCEv2, EFA)
- Входные временные метки для асинхронной работы и выравнивания по нисходящему потоку.
- ST 2110 и AES67 для потокового ввода-вывода (за исключением обмена мультимедиа между медиафункциями, см. выше)

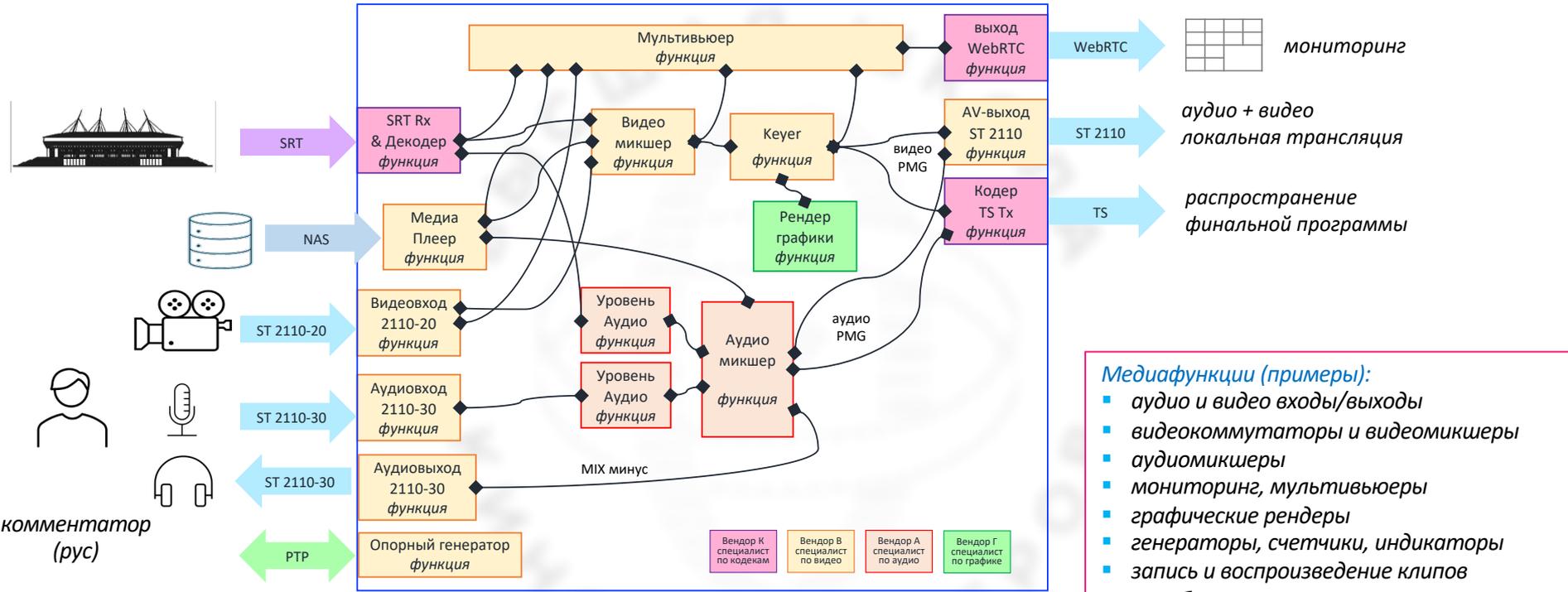


добавление временных меток к Гранулам медиа

выравнивание по времени



ДИНАМИЧЕСКОЕ МЕДИАПРОИЗВОДСТВО: МЕДИАФУНКЦИИ



- Медиафункции (примеры):**
- аудио и видео входы/выходы
 - видеокмутаторы и видеомикшеры
 - аудиомикшеры
 - мониторинг, мультивьюеры
 - графические рендеры
 - генераторы, счетчики, индикаторы
 - запись и воспроизведение клипов
 - преобразователи сигналов, конверторы, кодеры, декодеры, транскодеры
 - обработка аудио и видео сигналов и т.д.

Источник: Mathieu Rochon, Technical Senior Advisor, Governance and Engineering, CBC/Radio-Canada.
mathieu.rochon@radio-canada.ca Доклад на Production Technology Seminar EBU 2025

ДИНАМИЧЕСКОЕ МЕДИАПРОИЗВОДСТВО: РЕФЕРЕНСНАЯ АРХИТЕКТУРА ДИНАМИЧЕСКОГО МЕДИАПРОИЗВОДСТВА EBU

- EBU White Paper «The Dynamic Media Facility: Reference Architecture»
декабрь 2024



ДИНАМИЧЕСКОЕ МЕДИАПРОИЗВОДСТВО: РЕФЕРЕНСНАЯ АРХИТЕКТУРА ДИНАМИЧЕСКОГО МЕДИАПРОИЗВОДСТВА EBU

В отличие от традиционных средств вещания с фиксированными конфигурациями оборудования, Динамическое Медиапроизводство использует контейнеризированные программные медиафункции, которые можно динамически настраивать, масштабировать и управлять ими с помощью распределенных вычислительных ресурсов.

- **Ключевые характеристики Динамического Медиапроизводства**
 - **Контейнеризированные медиафункции**
все задачи обработки медиа выполняются как программные контейнеры
 - **Облачная архитектура**
архитектура Динамического Медиапроизводства создается для локального, гибридного или для облачного развертывания
 - **Динамическое назначение Ресурсов**
вычислительные ресурсы, ресурсы хранения и сетевые ресурсы автоматически масштабируются в зависимости от спроса
 - **Дизайн рабочего процесса не зависит от одного поставщика**
комбинирование и сопряжение медиафункций от различных поставщиков решений
 - **Высокопроизводительный обмен медиаданными**
обмен медиаданными со сверхнизкой задержкой



ДИНАМИЧЕСКОЕ МЕДИАПРОИЗВОДСТВО: МОТИВАЦИИ CBC/RADIO-CANADA

Монреаль: первый в мире full-2110 медиакomплекс (12/2022)

Торонто: модернизация существующего медиакomплекса (2024 -): Увеличение возможностей LIVE-производства в регионах

Увеличение возможностей LIVE-производства в регионах

- Поддерживать возможность производить больше LIVE-контента в региональных центрах по всей Канаде без необходимости поддерживать инфраструктуру на этих объектах.
- Студия и, возможно, аппаратная в Регионе, с возможностью использовать функции ПО в основных производственных центрах
- Больше региональных производственных возможностей за гораздо меньшие деньги.

Целевое решение CBC/R-C

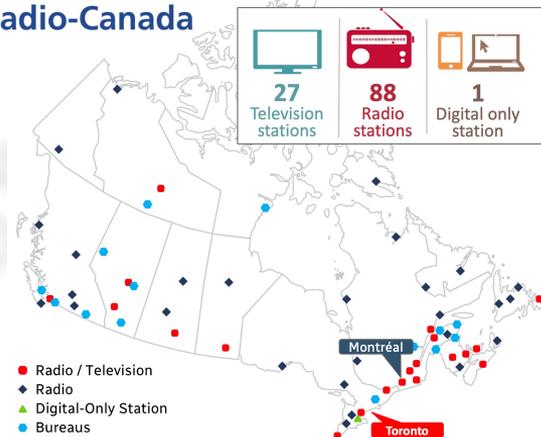
- Гибкие производственные системы на основе программного обеспечения, работающего на общей инфраструктуре

Потребности CBC/R-C

- **Предоставление ресурсов** для удовлетворения требований доступности и устойчивости, и включения подхода «инфраструктура как код» (IaC) для обеспечения согласованности и возможности повторного использования.
- **Контроль и мониторинг** ресурсов для сигналов тревоги и анализа
- **Безопасность ресурсов** посредством аутентификации, авторизации и учета («AAA») и принципов нулевого доверия. Включение многопользовательской среды. Рекомендации по кибербезопасности, например, по управлению уязвимостями.



CBC  Radio-Canada



СИТУАЦИЯ НА РЫНКЕ (2025)

Платформы, разработанные в индустрии вещания

- EVS Flexible Control Room
- Grass Valley Agile Media Processing Platform
- LAWO HOME Apps Server-Based Processing Platform
- Matrox Origin Aynchronous Media Framework
- Pebble PRIMA (платформа для интегрированных в реальном времени медиа-приложений)
- Neton.live LiveOS, Sony C3P, Riedel SimplyLive ...

Платформы, разработанные в ИТ-индустрии

- NVIDIA Holoscan for Media
- Intel Tiber Broadcast Suite

Базовая инфраструктура

- Библиотека транспорта мультимедиа
- NVIDIA Rivermax
- Комплект разработки плоскости данных (data-plane)

Много вендоров предлагающих решения ПО «студия в коробке»



LiveOS®



SONY + Viz Vector Plus



MATROX® ORIGIN

- много вендоров уходит в ПО
- Гибкие модели использования (покупка/подписка)
- Ни один вендор не предлагает полностью функциональное решение для всех типов медиапроизводства
- Опасность оказаться в зависимости от одного вендора

intel.
Tiber



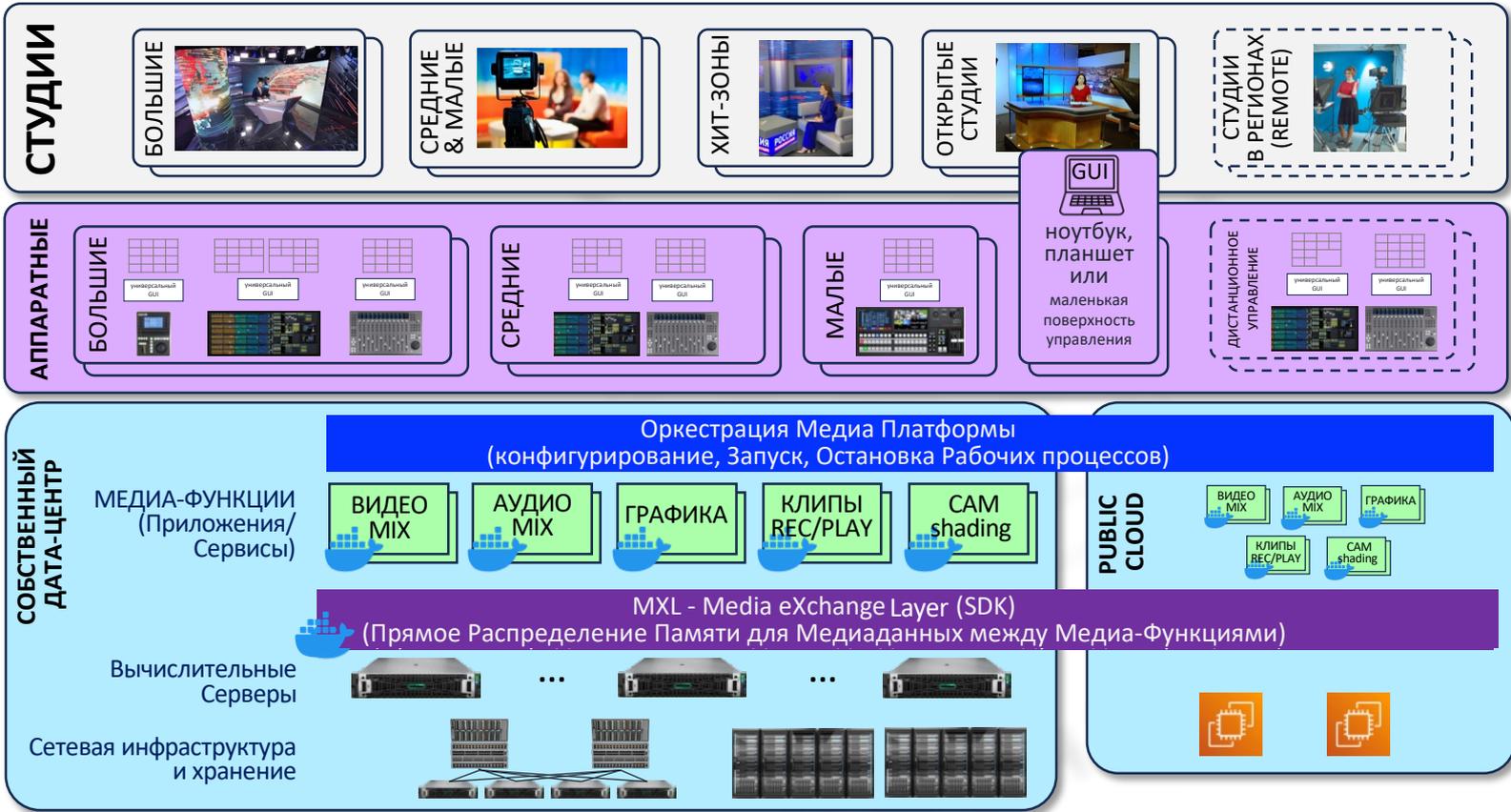
Несколько мультивендорных платформ появилось в последнее время, но



MATROX® ORIGIN

- ни одна платформа не имеет много партнеров
- Слишком много опций приводящих в растерянность как вендоров так и потребителей

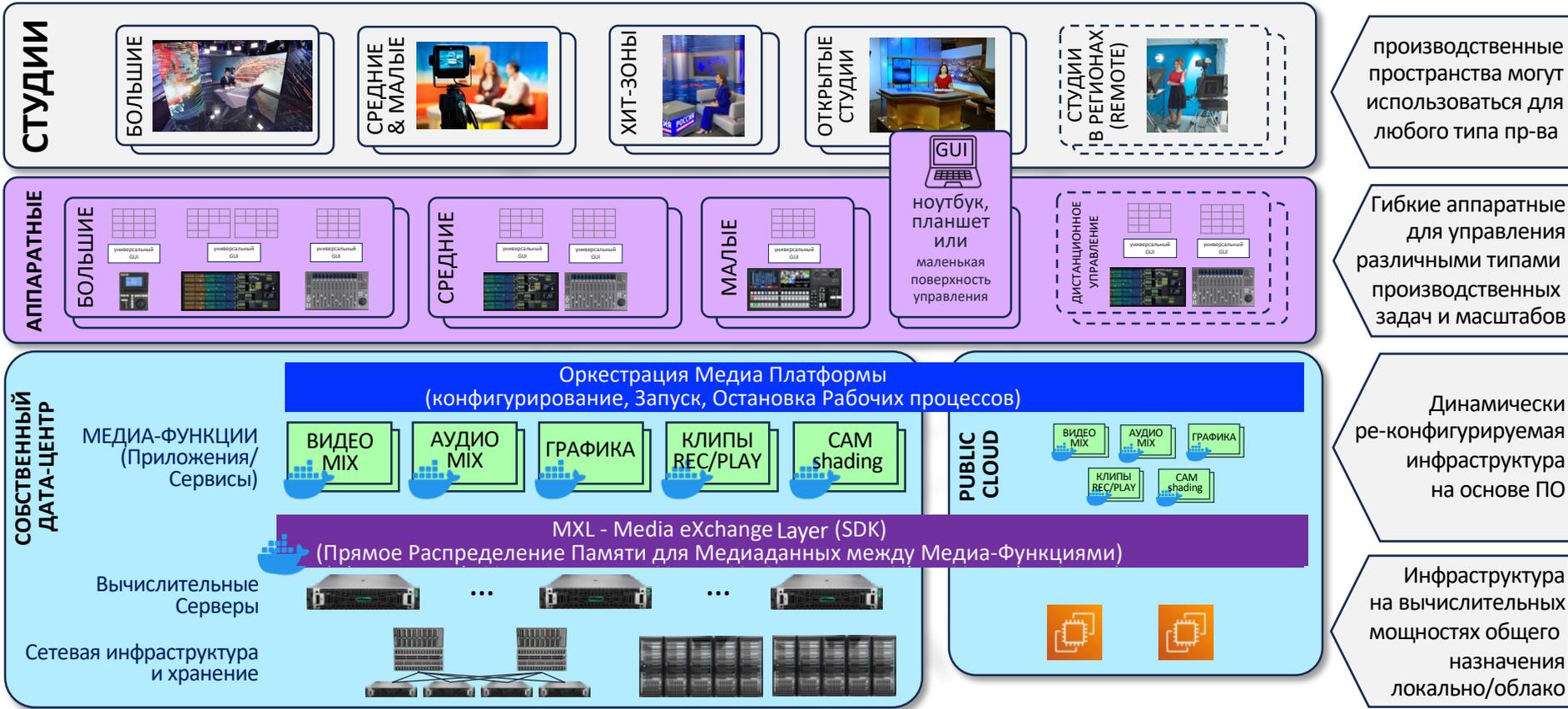
ЦЕЛЕВАЯ АРХИТЕКТУРА ДИНАМИЧЕСКОГО МЕДИАПРОИЗВОДСТВА



Источник: Mathieu Rochon, Technical Senior Advisor, Governance and Engineering, CBC/Radio-Canada. Production Technology Seminar EBU 2025

© CBC/Radio-Canada по лицензии [CC BY-ND 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/)

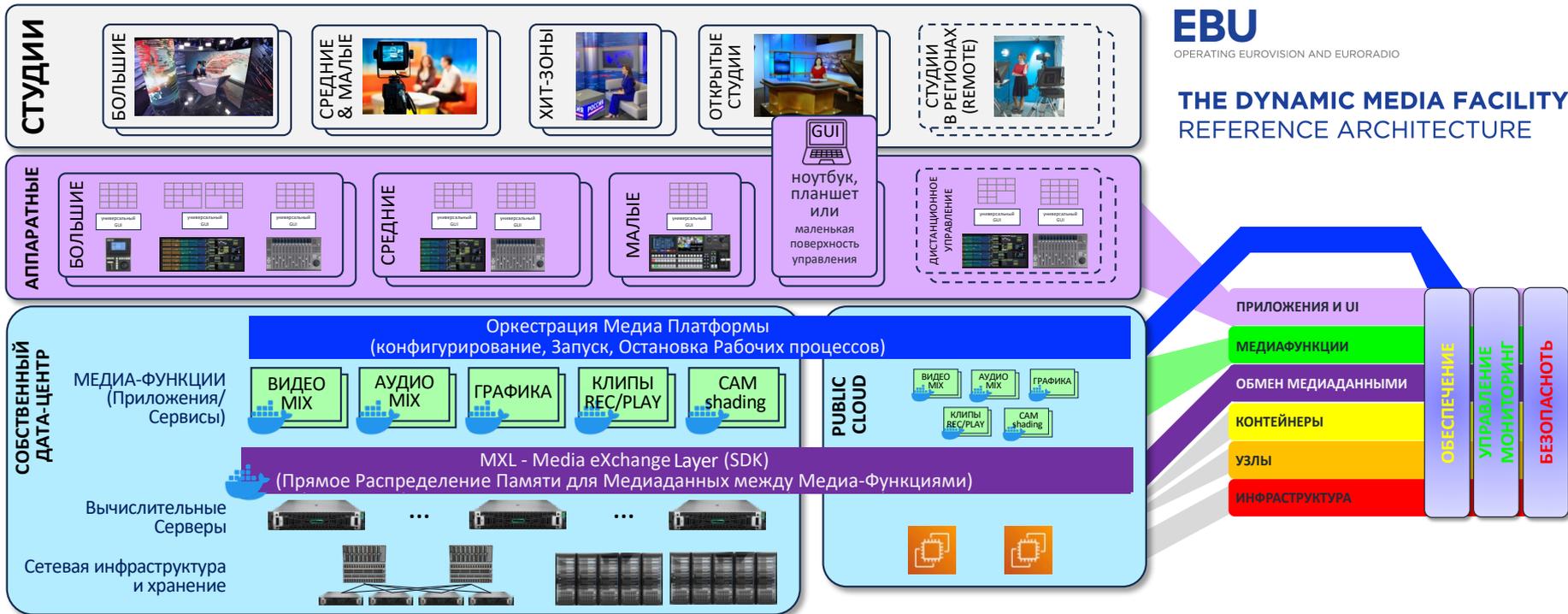
ЦЕЛЕВАЯ АРХИТЕКТУРА ДИНАМИЧЕСКОГО МЕДИАПРОИЗВОДСТВА



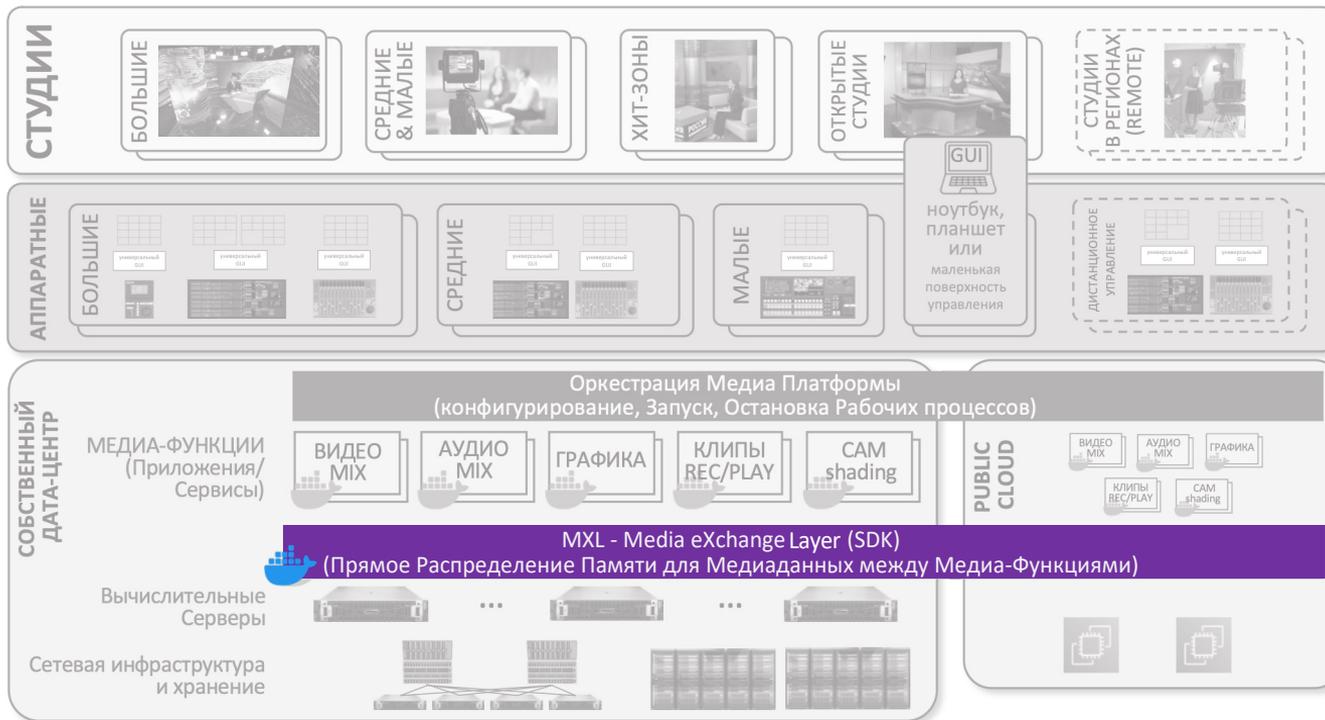
Источник: Mathieu Rochon, Technical Senior Advisor, Governance and Engineering, CBC/Radio-Canada. Production Technology Seminar EBU 2025

© CBC/Radio-Canada по лицензии [CC BY-ND 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/)

КАРТИРОВАНИЕ ЦЕЛЕВОЙ АРХИТЕКТУРЫ DMF В РЕФЕРЕНСНУЮ МОДЕЛЬ DMF EBU



MXL - Media eXchange Layer. УРОВЕНЬ (СЛОЙ) МЕДИАОБМЕНА



EBU

OPERATING EUROVISION AND EURORADIO

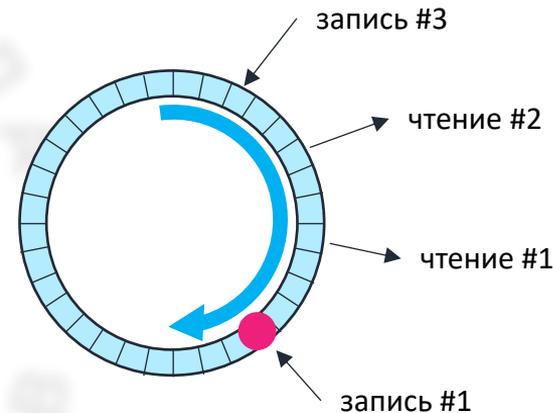
**THE DYNAMIC MEDIA FACILITY
REFERENCE ARCHITECTURE**

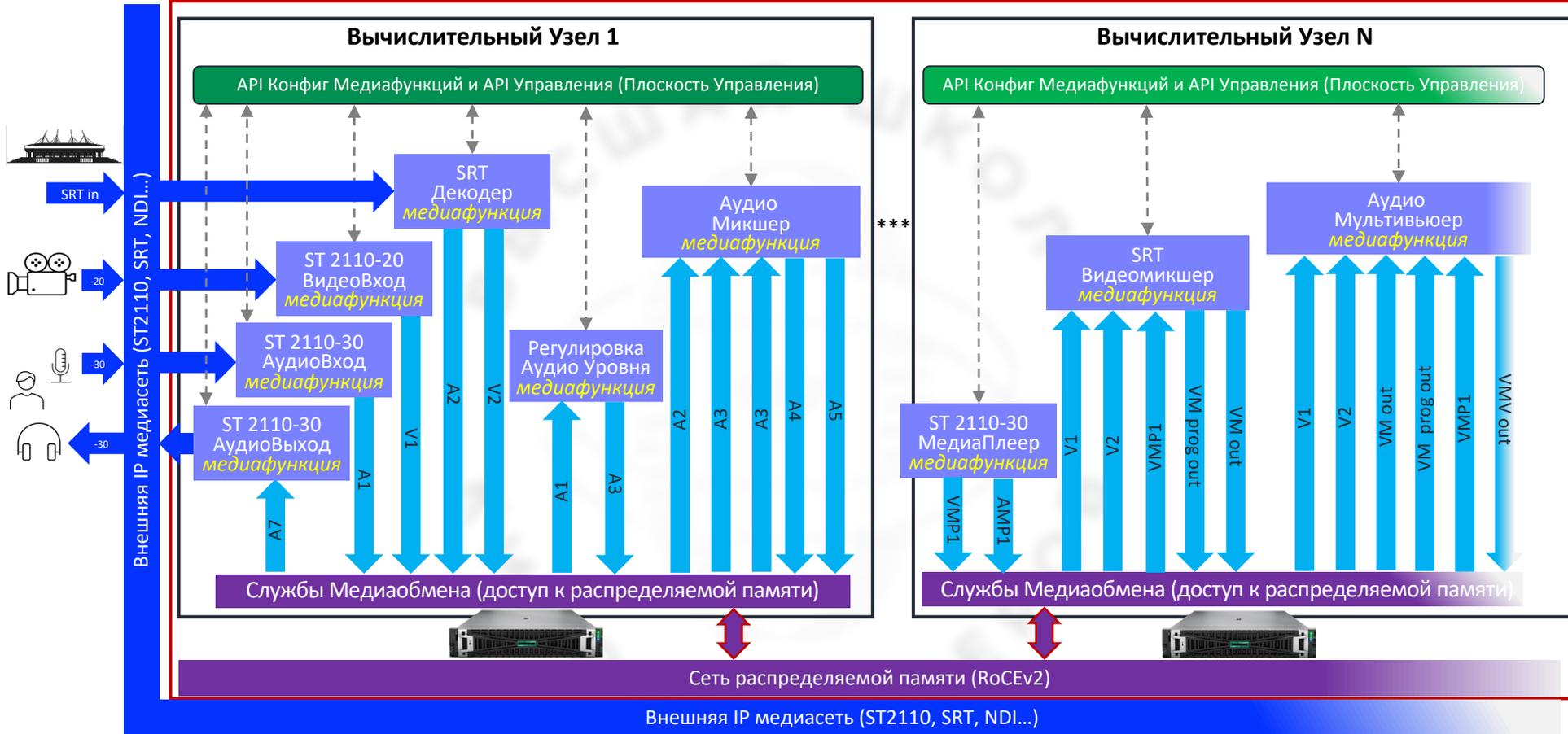


КОЛЬЦЕВЫЕ БУФЕРЫ

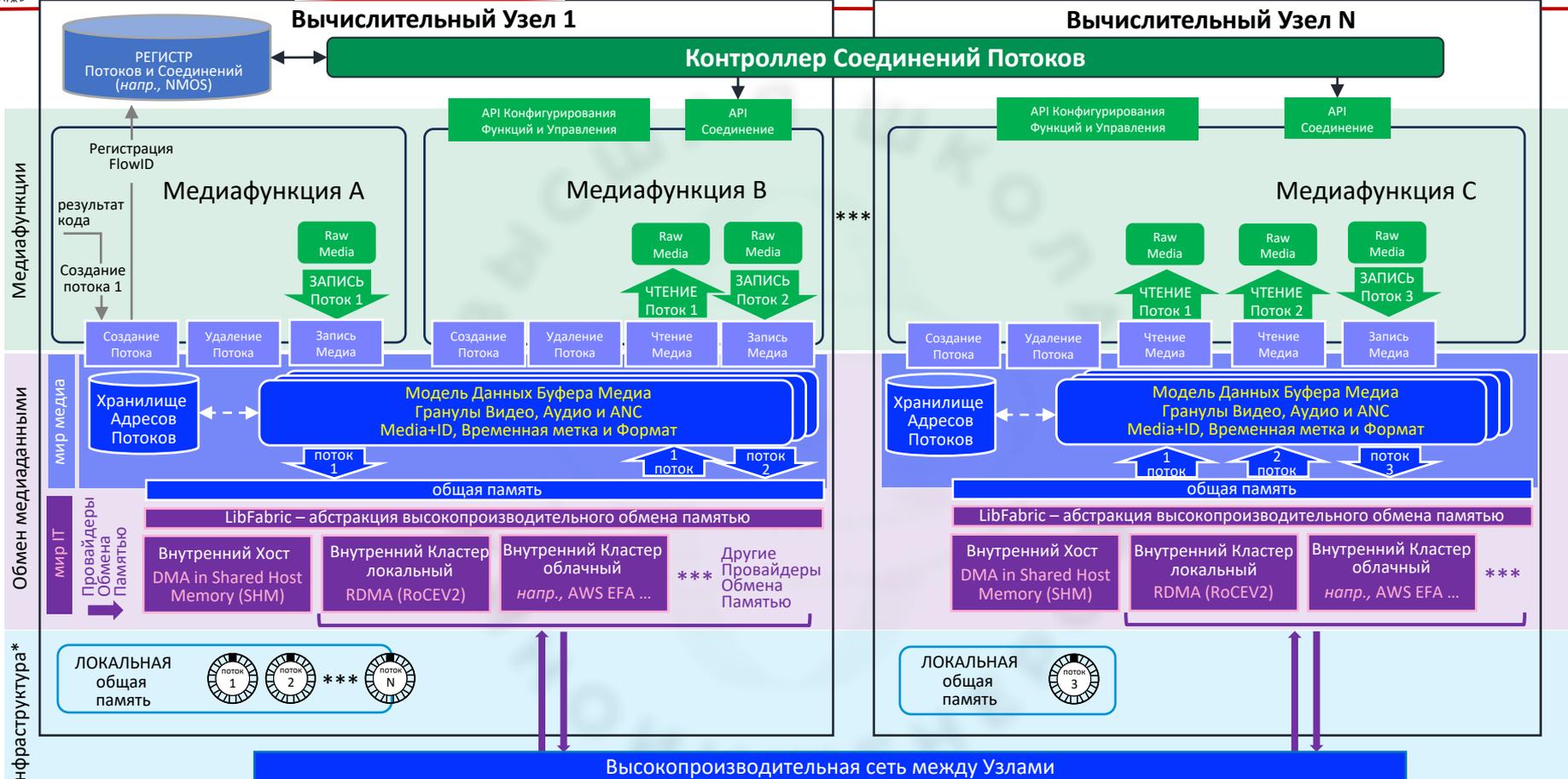
Кольцевой буфер, ring-buffer или циклический буфер — это структура данных, использующая единственный буфер фиксированного размера таким образом, как будто бы после последнего элемента сразу же снова идет первый. Такая структура легко предоставляет возможность буферизации потоков данных.

- Кольцо состоит из адресов буферов
- Адреса могут быть адресами ОЗУ или памяти устройства
- Многократная запись/считывание
- Прямое чтение/запись в память
- По возможности не отправлять/получать данные (т.е. не пакетировать/ не де-пакетировать – см. напр. ST2110), а только записывать/считывать в/из памяти!
- Идентификация гранул по временным меткам (Эпоха RTP)





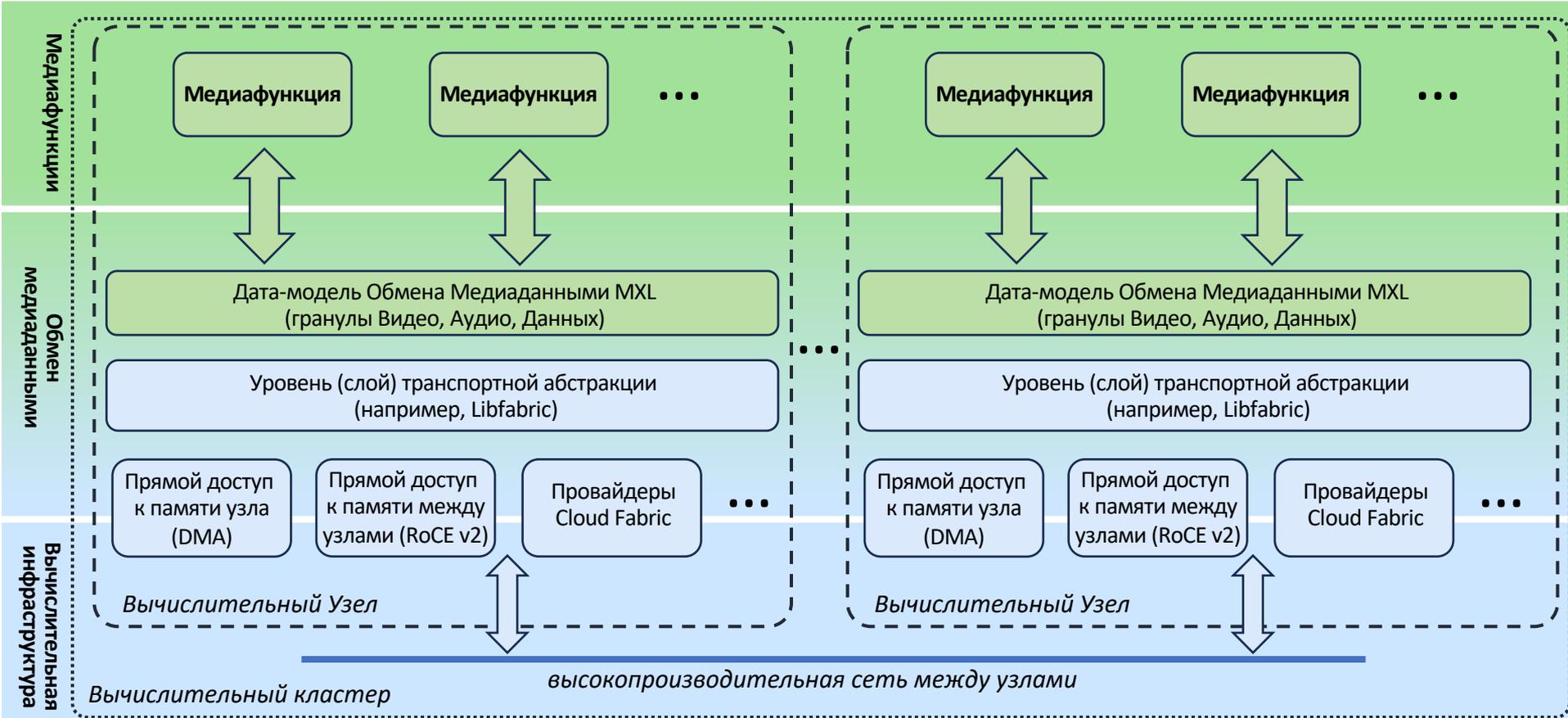
Источник: Mathieu Rochon, Technical Senior Advisor, Governance and Engineering, CBC/Radio-Canada. Production Technology Seminar EBU 2025



* Включая платформу контейнеров DMF, платформу хоста и уровни инфраструктуры

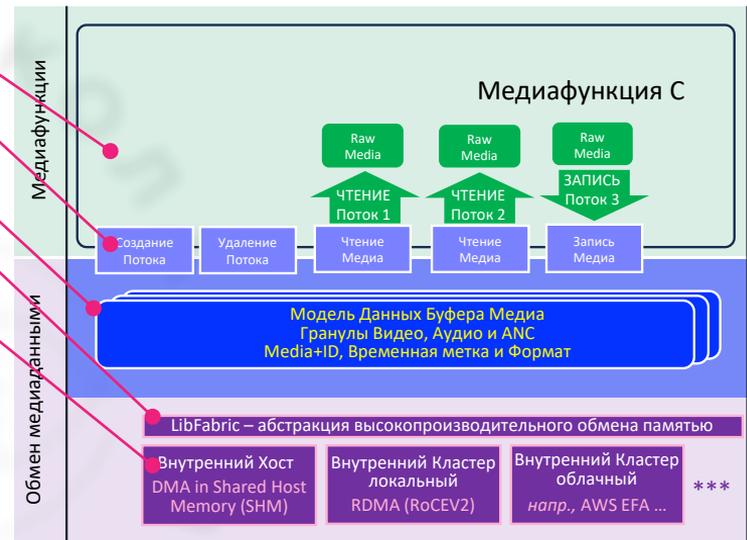
Источник: Mathieu Rochon, Technical Senior Advisor, Governance and Engineering, CBC/Radio-Canada. Production Technology Seminar EBU 2025

УРОВНИ АРХИТЕКТУРЫ ДИНАМИЧЕСКОГО МЕДИАПРОИЗВОДСТВА



MXL – MEDIA EXCHANGE LAYER, УРОВЕНЬ (СЛОЙ) МЕДИАОБМЕНА

- **Индивидуальные Медиафункции** от множества вендоров
- **Общие API** для Создания Потока, Удаления Потока, функций Записи и Чтения
- **Общая Модель Данных Медиа Буфера**
- **Уровень (слой) Абстракции Общей Памяти** (Shared Memory Abstraction Layer)
- **Провайдеры Обмена Общей Памятью** (Shared Memory Transfer)
 - использование существующих провайдеров Обмена Памятью из IT-индустрии;
 - разные провайдеры сервисов Обмена Памятью для различных типов узлов: внутреннего локального узла, локального кластера узлов, облачных узлов и т.д.;
 - другие провайдеры Обмена Памятью будут добавляться в будущем.



NB! MXL – не протокол передачи данных, а библиотека API/ABI записи/чтения распределяемой памяти!

ИНИЦИАТИВА MXL SDK OPEN SOURCE

- **май 2022:** EBU Media Summit (Стамбул): зарождение концепции DMF
 - **апрель 2023:** EBU White Paper «Динамическое медиапроизводство»
 - **ноябрь 2024:** Группа вендоров на рабочей встрече EBU (Женева) приняла решение о совместной работе над общими определениями **SDK MXL Медиаобмена** (Tiger Group).
 - **декабрь 2024:** EBU White Paper "Эталонная архитектура DMF"
 - **март 2025:** встреча в CBC Radio Canada, Торонто
Сформирован Руководящий Технический Комитет
 - **апрель 2025, NAB:** NABA поддержала проект MXL
 - проект включен в программу Linux Foundation
реализация под лицензией Apache License 2.0
 - **май 2025:** представлена альфа-версия SDK MXL
 - **июнь 2025:** Сформированы Руководящий технический комитет и Комитет по требованиям [пользователей, end-users]
 - **август 2025:** представлен SDK MXL IBC20205-demos-01
 - **сентябрь 2025, IBC:** демонстрация совместимости решений SDK MXL
- NB!** код SDK MXL размещен на [github dmf-mxl/mxl](https://github.com/dmf-mxl/mxl) (текущая версия 0.7)

EBU

CBC Radio-Canada

*NB! Примеры разработки успешных SDK в медиаиндустрии**Tiger Group*

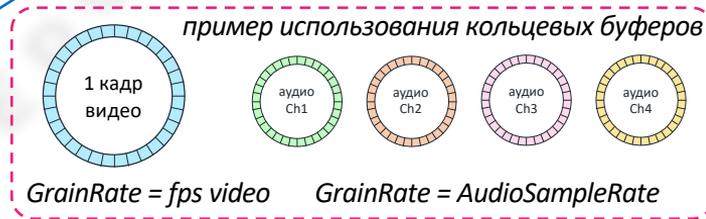
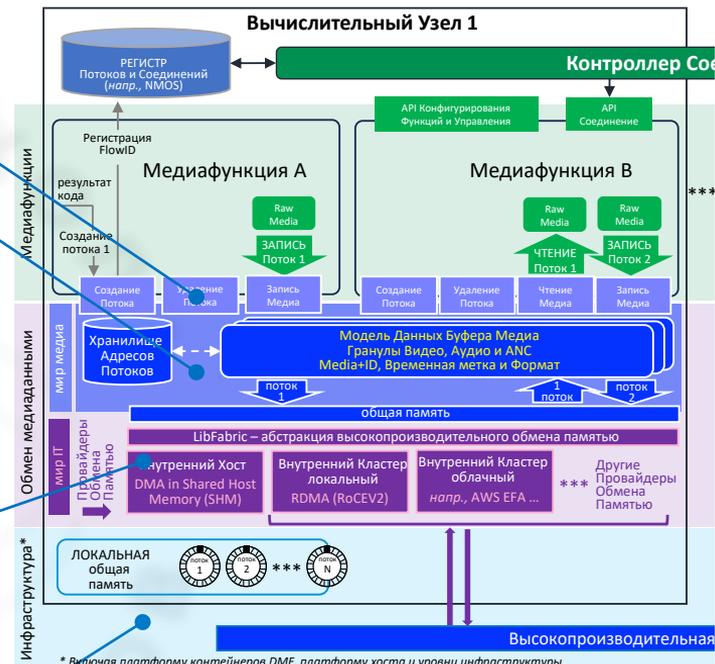
CBC Radio-Canada

sverigesradio

*Руководящий Технический Комитет проекта MXL*

MXL - СОВМЕСТИМОСТЬ НА УРОВНЕ МЕДИАОБМЕНА

- Open-Source SDK, Общий API
 - простой API с возможностью записи/чтения гранул медиа
- Общая Модель Буфера Медиа Данных
 - гибкий формат Payload с дескрипторами гранул медиа
 - каждый Поток – отдельные Кольцевые буферы
 - ограниченный маленькими объемами данных в памяти (несколько гранул)
 - видео V210 (4:2:2 10 бит, uncompress, progressive)
 - аудио: моно, float32
 - данные ANC: данные 2110-40 без RTP-заголовков
- Размер Гранулы Медиа
 - Видео – 1 кадр (либо 1 поле для i), допустимы суб-гранулы
 - Аудио – 1 сэмпл (для оптимизации задержки), 1 буфер на канал, сэмплы каналов «параллельно», без перемеживания
- Временная метка Гранул Медиа базируется на Эпохе RTP/ST2059
- Распределяемая внутренняя память Узла (сегодня)
 - строится вокруг чтения и записи Гранул Медиа посредством интерфейсов POSIX для Распределяемой памяти на основе файловой системы tmpfs в ОЗУ/RAM (Linux)
 - сохранение изоляции IPC между медиафункциями и ОС
- Распределяемая память между Узлами (завтра)
 - на основе фреймворка LibFabric RDMA
- Инфраструктура
 - Linux O/S
 - Совместимость контейнеров и Kubernetes
 - Локальное, гибридное либо облачное развертывание



IBC2025



Agile. Media Processing Platform



NB! Для руководства развитием платформы TVU сформировал Консультативный совет MediaMesh (МАВ), объединивший руководителей семи крупных медиакомпаний и пяти партнерских организаций, включая **Chyron, EVS, Grass Valley, Solid State Logic** и **Vizrt**. Совет по развитию медиатехнологий (МАВ) будет проводить ежеквартальные встречи, начиная с 3 сентября 2025, для предоставления отзывов и обеспечения соответствия MediaMesh реальным потребностям.



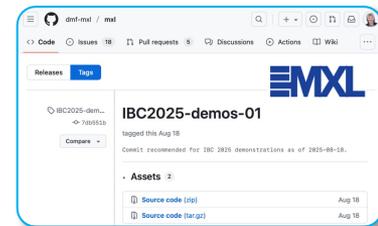
HOME Audio Shuffler
EMXL



neviON
A Sony Group Company



EBU

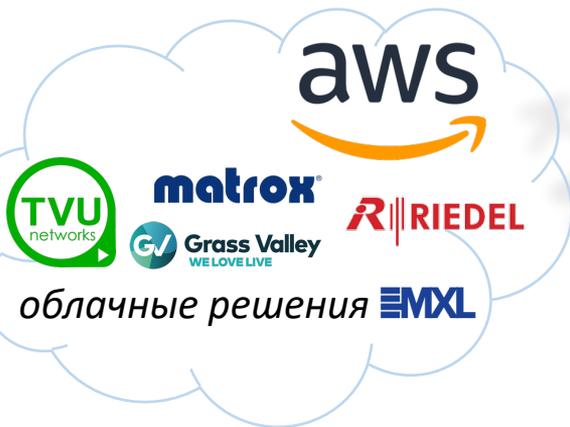


SONY
Software Defined Broadcast
EMXL

NVIDIA
Holoscan

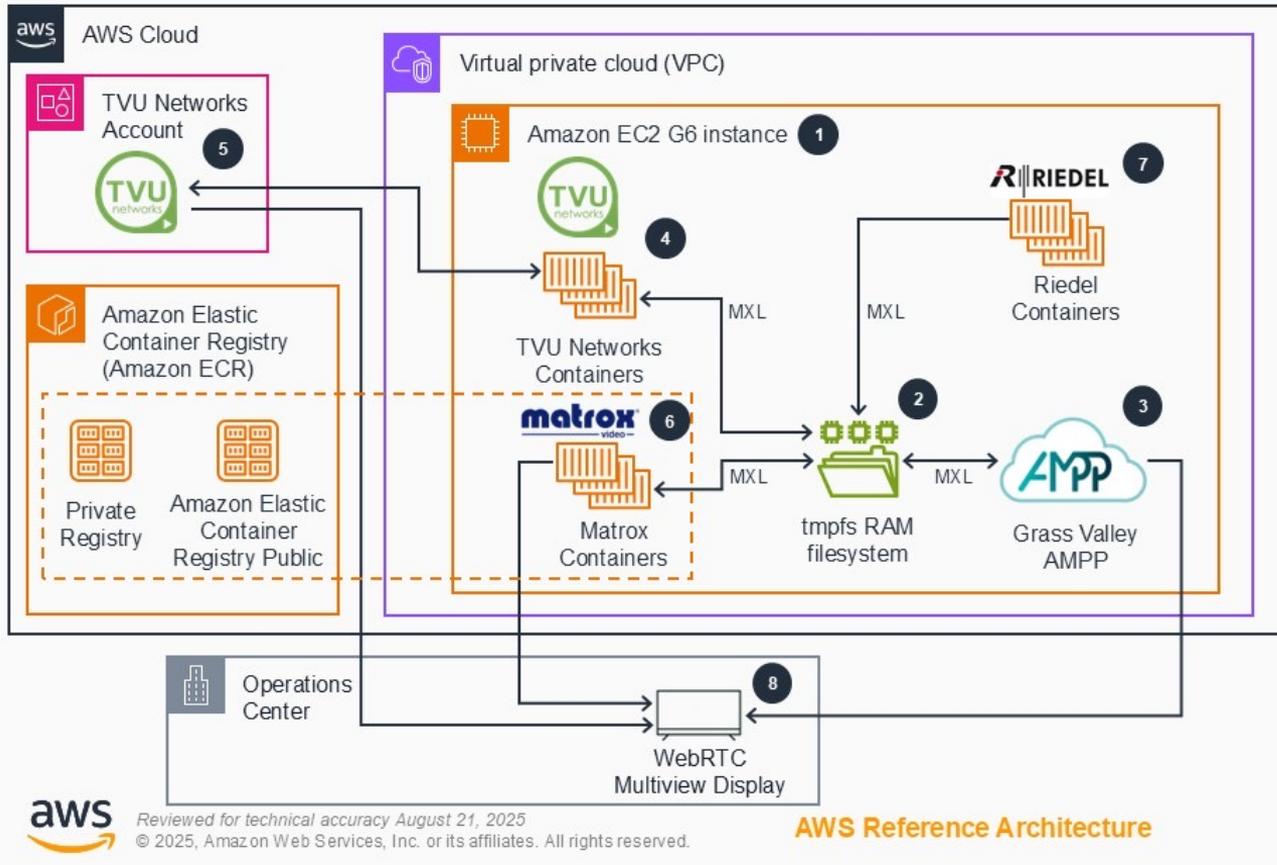


MATROX® ORIGIN
EMXL



NETON LIVE
LIVEOS®
EMXL

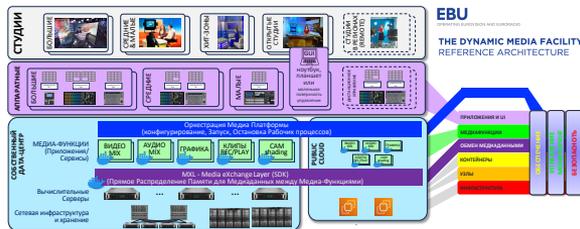
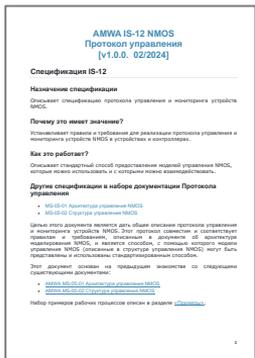
IBC2025 – ДЕМОНСТРАЦИЯ СОВМЕСТИМОСТИ РЕШЕНИЙ РАЗЛИЧНЫХ КОМПАНИЙ ЧЕРЕЗ MXL НА СТЕНДЕ AWS



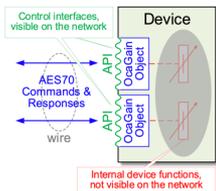
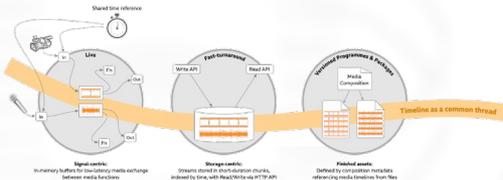
- 1 Демонстрация совместимости на уровне Media eXchange Layer (MXL) реализована на сервисе Amazon Elastic Compute Cloud (EC2), инстанс g6.16xlarge с 64 vCPU и GPU NVIDIA L4 Tensor Core
- 2 временное файловое хранилище оперативной памяти tmpfs RAM содержит гранулы контента MXL Media Sample в директориях /flow
- 3 ПО Grass Valley AMPP выполнялось как нативное приложение на инстансе в EC2. AMPP воспроизводило файл в режиме live-видео через MXL и получало файлы через MXL от остальных партнеров
- 4 Контейнеры TVU Networks имели интерфейс для приема/передачи live-видео через MXL с отправкой/приемом через сеть Интернет на TVU Networks Account
- 5 Узел TVU Networks Account имел плеер файлов и мультивьюер
- 6 Docker Compose компании Matrox на инстансе в EC2 «вытягивает» изображения с публичного реестра контейнеров Amazon Elastic Container Registry (ECR) и с частного реестра контейнеров Matrox. Эти контейнеры воспроизводят файлы как live-видео через MXL и получают live-video через MXL от других партнеров
- 7 Контейнеры Riedel поставляли тестовый сигнал генератора с выходом live-видео через MXL
- 8 В локальном Центре Управления ~~Релезами~~ на стенде AWS, мультивьюеры от Grass Valley AMPP, TVU Networks и Matrox, соединенные через интернет-соединение по протоколу WebRTC, демонстрировали live-видео, которым обменивались партнеры демонстрации через MXL.

ДИНАМИЧЕСКОЕ МЕДИАПРОИЗВОДСТВО: ЗА РАБОТУ, ТОВАРИЩИ!

Динамическое медиапроизводство (EBU DMF, Контейнеры, RDMA, RoCEv2, EFA)



Хранение медиа с временной адресацией (TAMS - Time-Addressable Media Store)



- ST 2138-10 – Catena Модель
- ST 2138-11 – Catena gRPC Соединение
- ST 2138-12 – Catena REST Соединение
- ST 2138-13 – Catena WSS Соединение
- ST 2138-50 – Catena Безопасность

ST 2125:202x
SMPTÉ PUBLIC CD
IMF Registration Service API

ST 2126:202x
SMPTÉ PUBLIC CD
Microservice Status Reporting and Logging

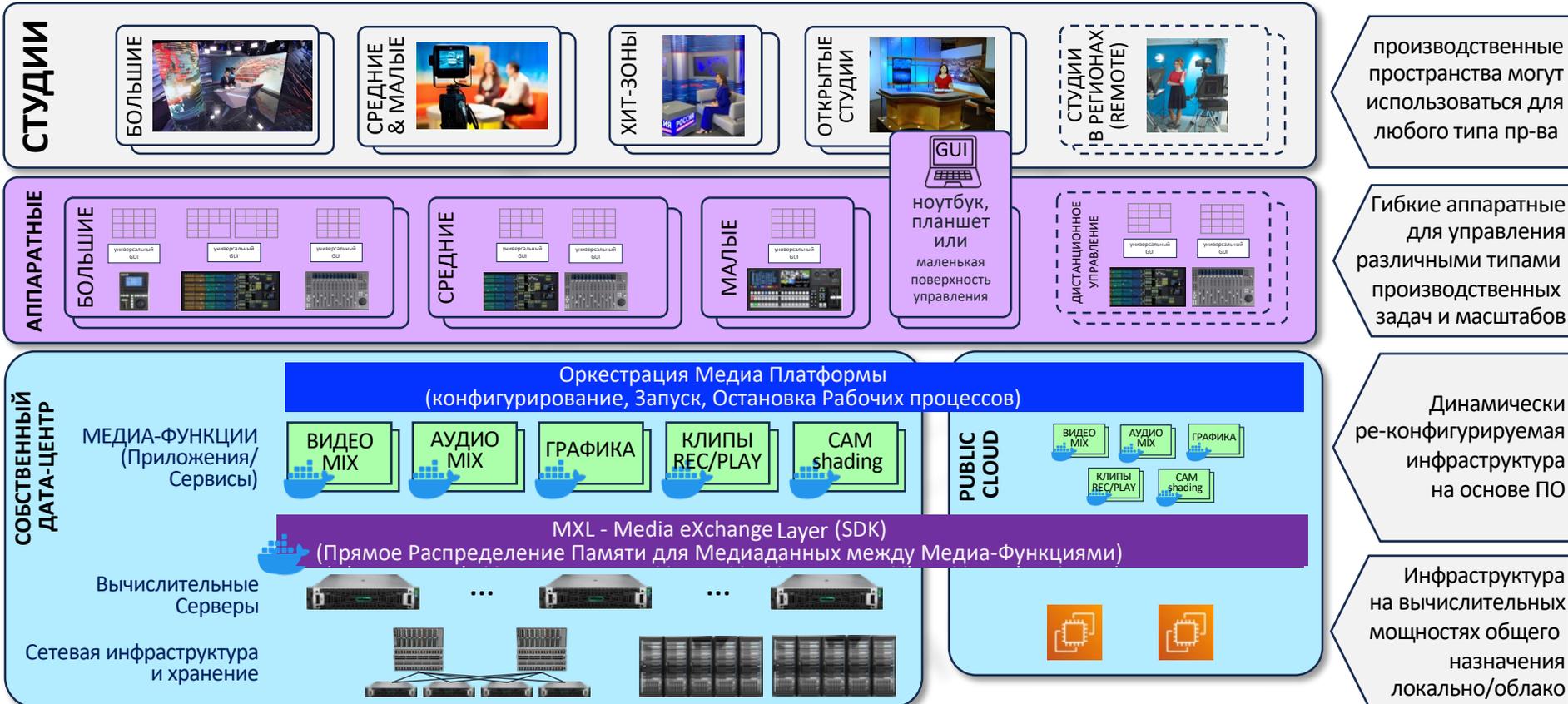
SMPTÉ Public Committee Draft
Job Processing Architecture

Figure 1 – Job Processing Architecture Service Model

Управление Устройствами [и Медиафункциями] NMOS IS + AES-70, SMPTE/Catena

Микросервисы EBU MCMA | SMPTE

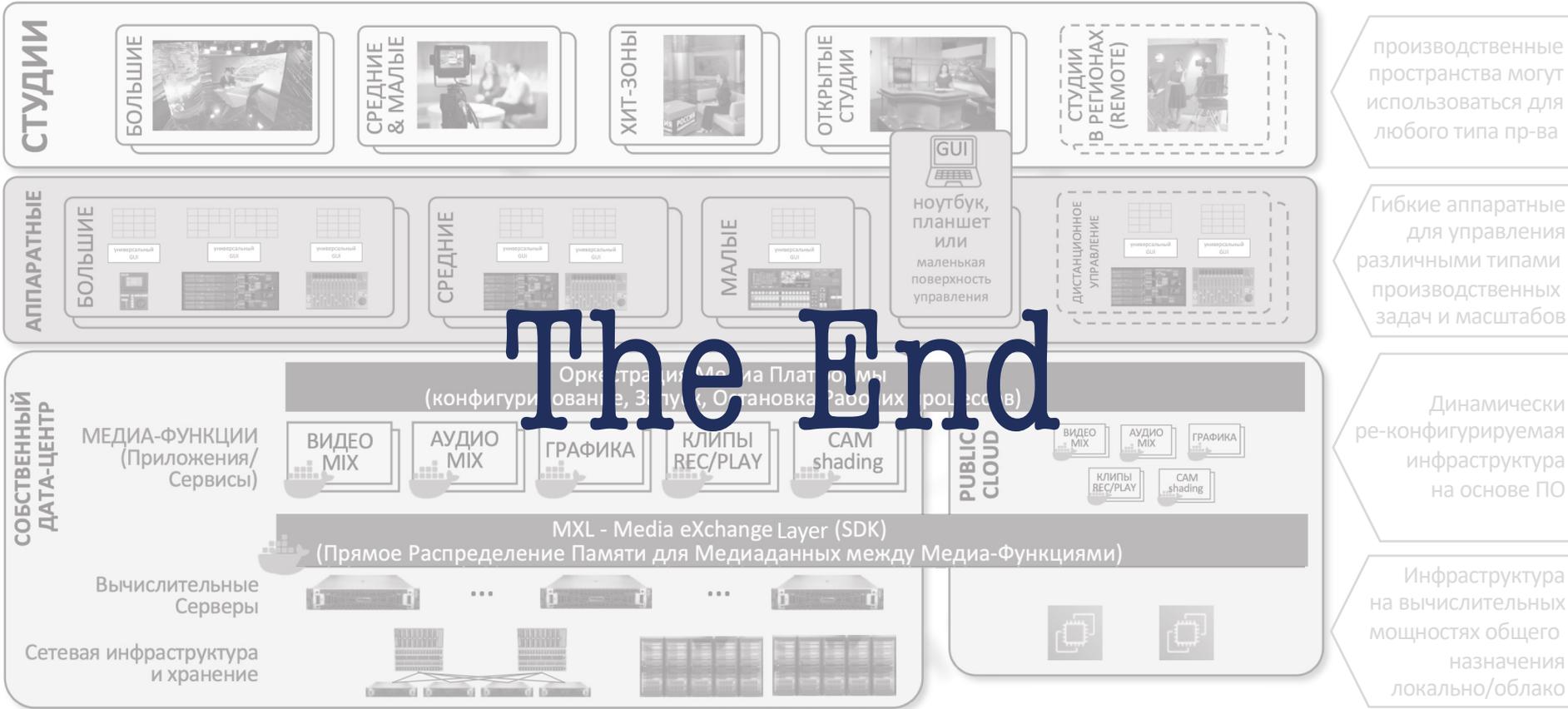
ЦЕЛЕВАЯ АРХИТЕКТУРА ДИНАМИЧЕСКОГО МЕДИАПРОИЗВОДСТВА



Источник: Mathieu Rochon, Technical Senior Advisor, Governance and Engineering, CBC/Radio-Canada. Production Technology Seminar EBU 2025

© CBC/Radio-Canada по лицензии CC BY-ND 4.0

ЦЕЛЕВАЯ АРХИТЕКТУРА ДИНАМИЧЕСКОГО МЕДИАПРОИЗВОДСТВА



Источник: Mathieu Rochon, Technical Senior Advisor, Governance and Engineering, CBC/Radio-Canada. Production Technology Seminar EBU 2025

© CBC/Radio-Canada по лицензии CC BY-ND 4.0

Образовательная сессия »Миграция технологий Телевещания и ProAV в IP«



EXHIBITION - CONFERENCE
OCTOBER 2-3
TURAN UNIVERSITY, ALMATY, KAZAKHSTAN



Synamedia

