

НОВЫЕ СТАНДАРТЫ ПЕРЕДАЧИ МЕДИАДАНЫХ В СИСТЕМАХ VIRTUAL PRODUCTION



Олег Березин

директор Высшей школы киноинженеров
генеральный директор АО НЕВАФИЛЬМ
председатель российской секции Общества инженеров кино и телевидения SMPTE



ВЫСШАЯ ШКОЛА
КИНОИНЖЕНЕРОВ

powered by  НЕВАФИЛЬМ
EDUCATE

MPE.EDU.RU



ЧЕТВЕРТАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ РЕВОЛЮЦИЯ В МЕДИАПРОИЗВОДСТВЕ

хронология революций **I. ВЕЩАНИЕ** **II. ЦВЕТ** **III. ЦИФРА** **IV. IP**

от видеокассет к файловому производству

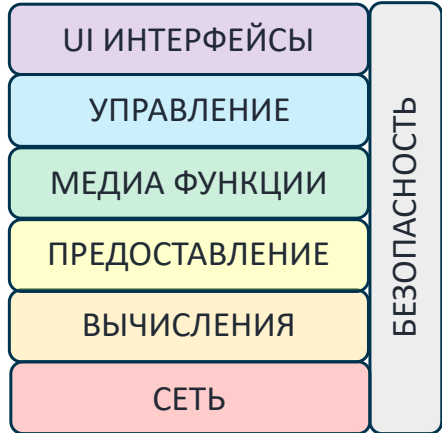
- **2011:** авария на Фукусиме. Разрушение заводов Sony (производство видеокассет HDCAM/HDCAM SR и т.д.)

от локального производства к распределенному производству и Media over IP

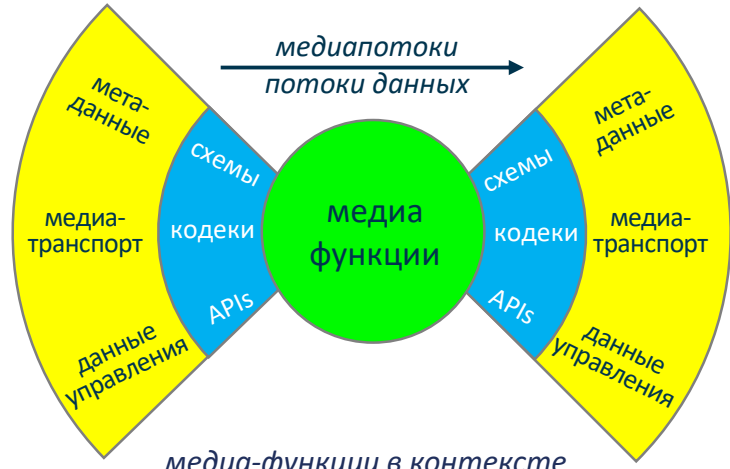
- **2020:** ковид и борьба с ковидом: (само)изоляция, дистанционка и т.д.

от масштабных цехов и аппаратных к реализации медиафункций кино-, теле- и медиакомпаний

- **СЕГОДНЯ:** развитие IT, виртуализация, контейнеризация, ресурсы совместного пользования и конечно VP



уровни инфраструктуры медиа производства



медиа-функции в контексте входящих/исходящих потоков медиа и данных

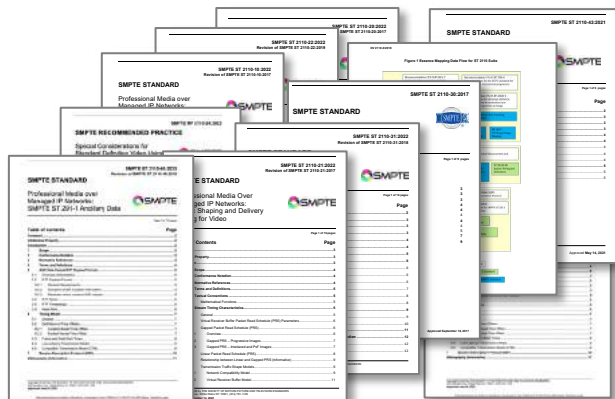


ВЫСШАЯ ШКОЛА КИНОИНЖЕНЕРОВ

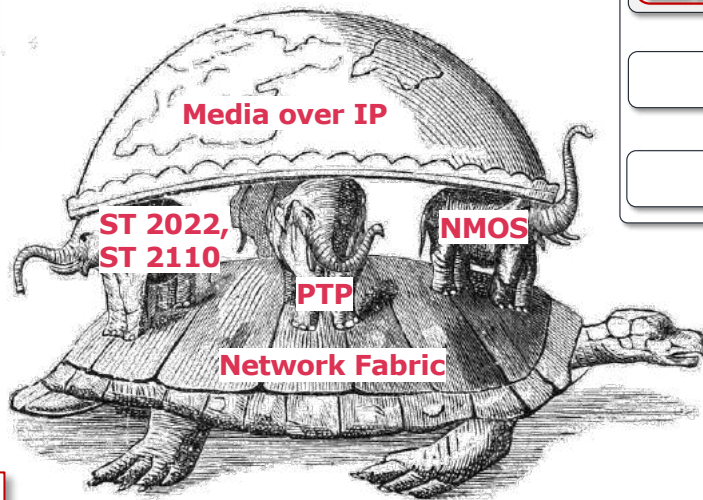
powered by НЕВАФИЛЬМ EDUCATE

MPE.EDU.RU



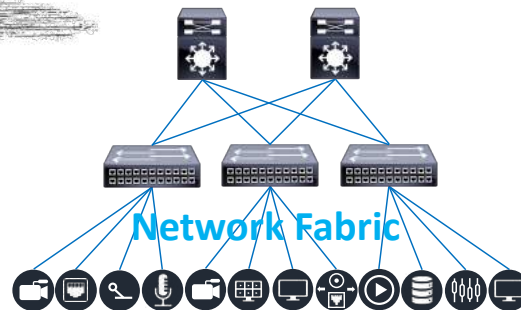


SMPTC ST2022 и ST2110



реальные устройства типа: Камера, Монитор, Рекордер и т.п.

AMWA NMOS



неблокирующие сетевые инфраструктуры с «горизонтальным» трафиком восток-запад

PTP

БАЗОВЫЙ ПРИНЦИП

Время = Эпоха + Счетчик интервалов



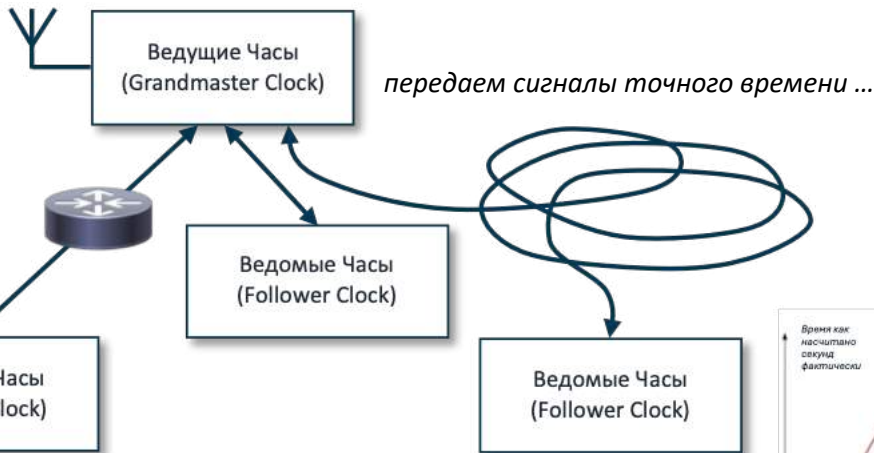
ВЫСШАЯ ШКОЛА
КИНОИНЖЕНЕРОВ

powered by НЕВАФИЛЬМ
EDUCATE

MPE.EDU.RU



PTP – ПРОТОКОЛ ПЕРЕДАЧИ ТОЧНОГО ВРЕМЕНИ IEEE-1588



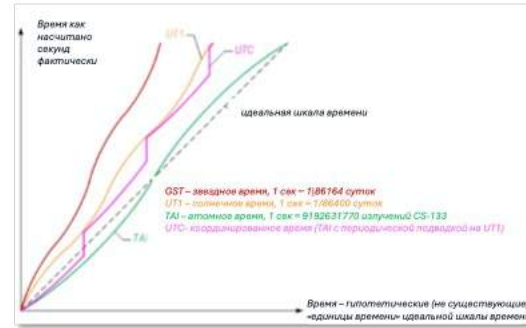
всемирное координированное время **UTC 15:06:17**



международное атомное время **TAI 15:06:54**

$$\text{TAI} = \text{UTC} + 37 \text{ сек}$$

* до конца июня 2024 с 01.01.2017

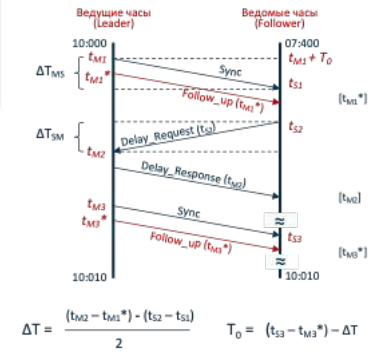


IEEE 588 STANDARD
IEEE Standard for a Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurement Systems

SMPTE STANDARD
Generation and Alignment of Interface Signals to the SMPTE Epoch

SMPTE STANDARD
SMPTE Profile for Use of IEEE-1588 Precision Time Protocol in Professional Broadcast Applications

$$\text{Время} = \text{Эпоха} + \text{Счетчик интервалов}$$



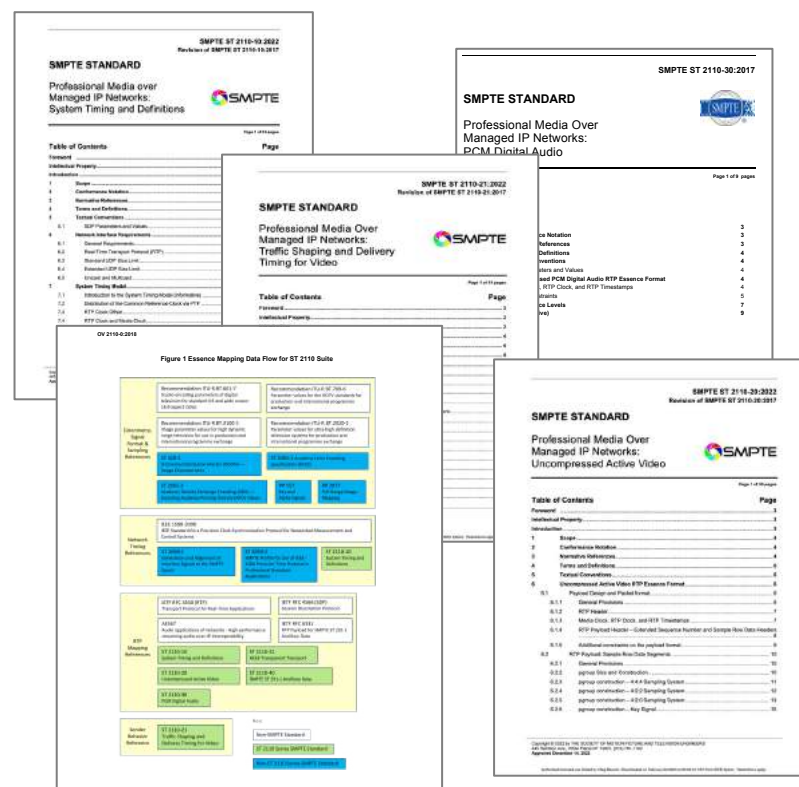
ВЫСШАЯ ШКОЛА
КИНОИНЖЕНЕРОВ
powered by НЕВАФИЛЬМ
EDUCATE

MPE.EDU.RU



ST 2110 – СЕМЕЙСТВО СТАНДАРТОВ SMPTE: ПЕРЕДАЧА МЕДИАДАННЫХ ПО IP-СЕТЯМ

- SMPTE OV 2110-0 Дорожная карта документов ST 2110
- SMPTE ST 2110-10 Системная синхронизация и определения
- SMPTE ST 2110-20 Некомпрессированное активное видео
- SMPTE ST 2110-21 Формирование трафика и согласование передачи видео во времени
- SMPTE ST 2110-22 Компрессированное видео с постоянным битрейтом
- SMPTE ST 2110-30 Цифровые аудиопотоки PCM
- SMPTE ST 2110-31 Передача данных AES3 в Прозрачном режиме
- SMPTE ST 2110-40 Передача служебных (ANC) данных SMPTE ST 291-1
- SMPTE ST 2110-43 Использование разметки TTML для субтитров
- SMPTE RP 2110-23 Передача одной видеосущности UHDTV несколькими HD-потоками ST 2110-20
- SMPTE RP 2110-24 Особые соображения по использованию видео стандартного разрешения в логике 2110
- SMPTE RP 2110-25 Практики измерений



ВЫСШАЯ ШКОЛА
КИНОИНЖЕНЕРОВ

powered by НЕВАФИЛЬМ
EDUCATE

MPE.EDU.RU



ST 2110 – СЕМЕЙСТВО СТАНДАРТОВ SMPTE: ПЕРЕДАЧА МЕДИАДАННЫХ ПО IP-СЕТЯМ

- **2110-20** Передается по IP-сетям только активная часть изображения (без H и V интервалов)
- Транспорт: RTP - Real-Time Protocol / UDP / IP / Ethernet
- Поддержка:
 - Размер изображения до 32767 x 32767
 - Сэмплирование цвета 4:4:4, 4:2:2, 4:2:0
 - Системы компонент цвета: Y'Cb'Cr', Y'c,C'bcC'rc, ICtCp, RGB, R'B'G', X'Y'Z', SMPTE RP 157 KEY
 - Глубина квантования 8 бит, 10 бит, 12 бит, 16 бит (целочисленное), 16 бит с плавающей запятой
 - Колориметрия: ITU-R BT.601-7, ITU-R BT.709-6, ITU-R BT.2020-2, ITU-R BT.2110-0, ST 2065-1 (ACES), ST 2065-3 (ADX), ISO 11664-1
 - Передаточные характеристики: ITU-R BT.709 SDR, ITU-R BT.2110-0 (включая PQ, HLG), линейная, ST 2065-1 (ACES), ST 2065-3 (ADX)

SMPTE STANDARD	
Professional Media Over Managed IP Networks: Uncompressed Active Video	
Page 1 of 33 pages	
Table of Contents	
Foreword	3
Introduction	5
1 Scope	6
2 Conformance Modeling	6
3 Normative References	6
4 Terms and Definitions	6
5 Initial Conformance	6
6 Uncompressed Active Video RTP Extension Format	6
6.1 "Payload" Design and "Packet" Format	6
6.1.1 General Provisions	6
6.1.2 RTP Header	7
6.1.3 Media Checksum, RTP Checksum, and RTP Sequence	7
6.1.4 RTP Payload Header - Extended Sequence Number and Sample Flow Data Headers	7
6.1.5 Additional constraints on the payload format	8
6.2 RTP Payload - Sample Flow Data Descriptors	10
6.2.1 General Provisions	10
6.2.2 Signaling and Construction	10
6.2.3 Signaling Architecture - 4:4:4 Sampling System	11
6.2.4 Signaling Architecture - 4:2:2 Sampling System	12
6.2.5 Signaling Architecture - 4:2:0 Sampling System	13
6.2.6 Signaling Architecture - High Dynamic Range	14



традиционный видеосигнал



ST 2110 видео



ВЫСШАЯ ШКОЛА
КИНОИНЖЕНЕРОВ

powered by НЕВАФИЛЬМ
EDUCATE

MPE.EDU.RU



Производство медиаконтента

- медиапроизводство (распределенное и дистанционное)
- ТВ-комплексы
- Киностудии

Телерадиовещание

- ATSC 3.0
- DVB Native IP
- а еще OTT и т.д.

Virtual Production

- full IP 2110 setup
- управление LED-объемами
- осветительные LED-системы видеоэффектов

ProAV

- Digital Signage
- Корпоративные AV-системы
- AV-эвенты, *напр.* Sphere, Las Vegas

Оборонный сектор

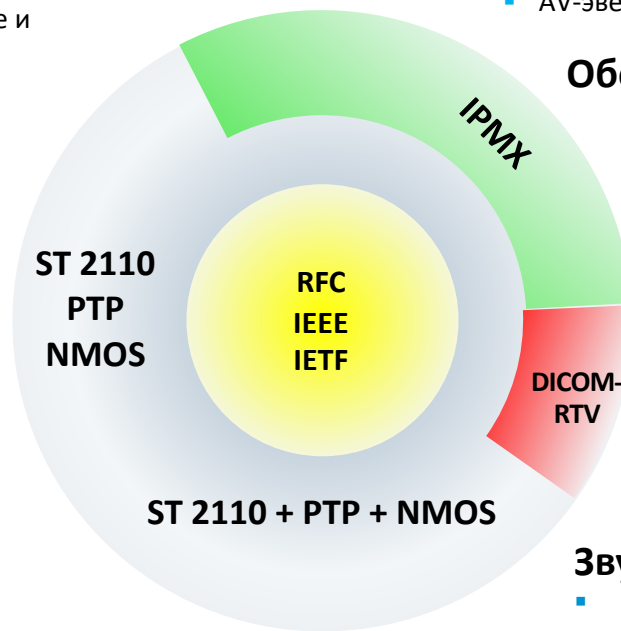
- тренажеры
- видеонаблюдение
- ситуационные центры
- AV коммуникации там «где надо»

Медицина

- Медицинские AV-данные *напр.*, рентген, эндоскопия и т.д.
- дистанционная диагностика
- трансляции, *напр.* из операционных
- медицинские метаданные

Звуковые системы

- Next Generation Audio (NGA)
- Metadata Guided Audio (MGA)
- Audio Definition Model, S-ADM
- Синтез звуковой волны, *напр.* HOLOPLOT



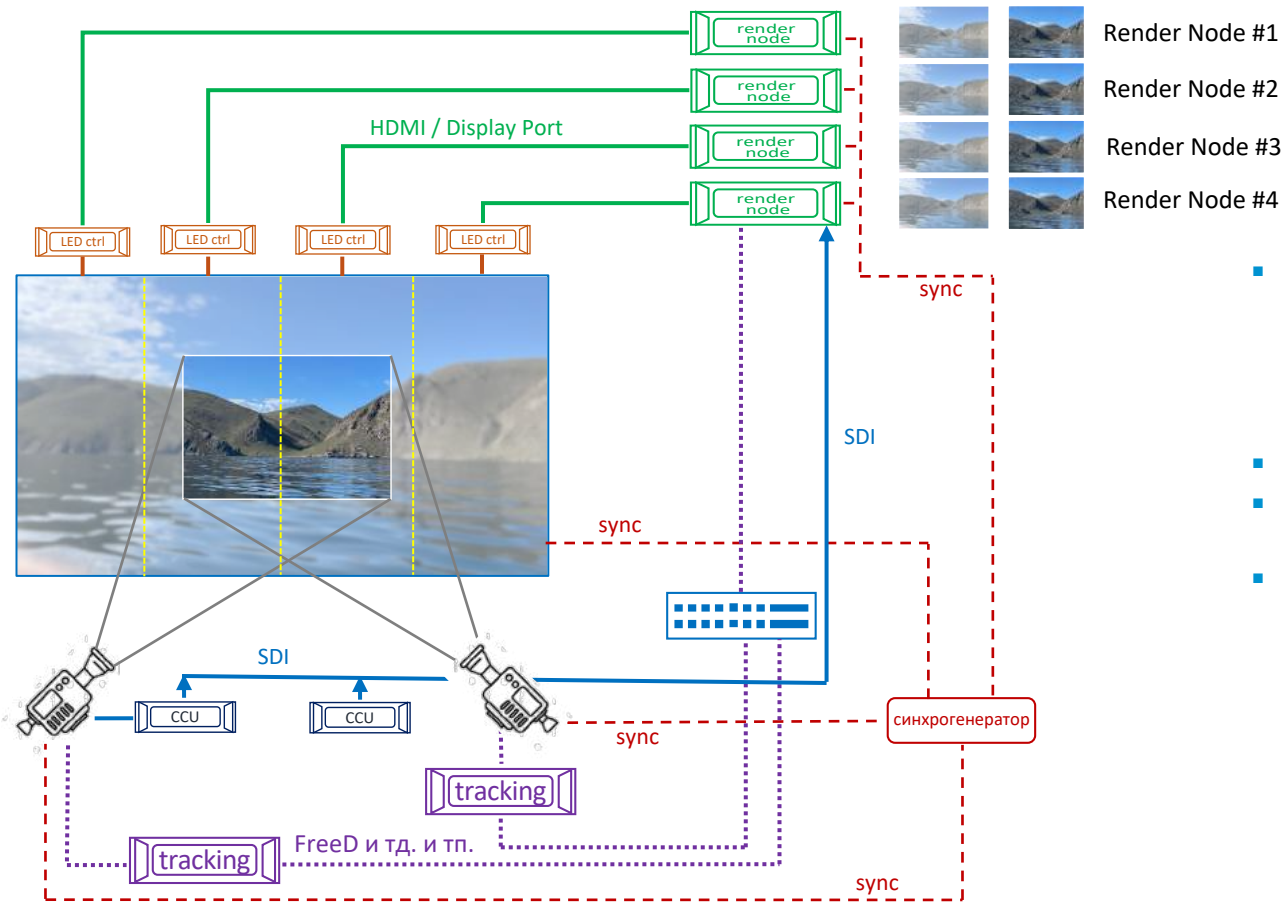
ВЫСШАЯ ШКОЛА
КИНОИНЖЕНЕРОВ

powered by НЕВАФИЛЬМ
EDUCATE

MPE.EDU.RU



ТРАДИЦИОННЫЙ СЕТАП VIRTUAL PRODUCTION

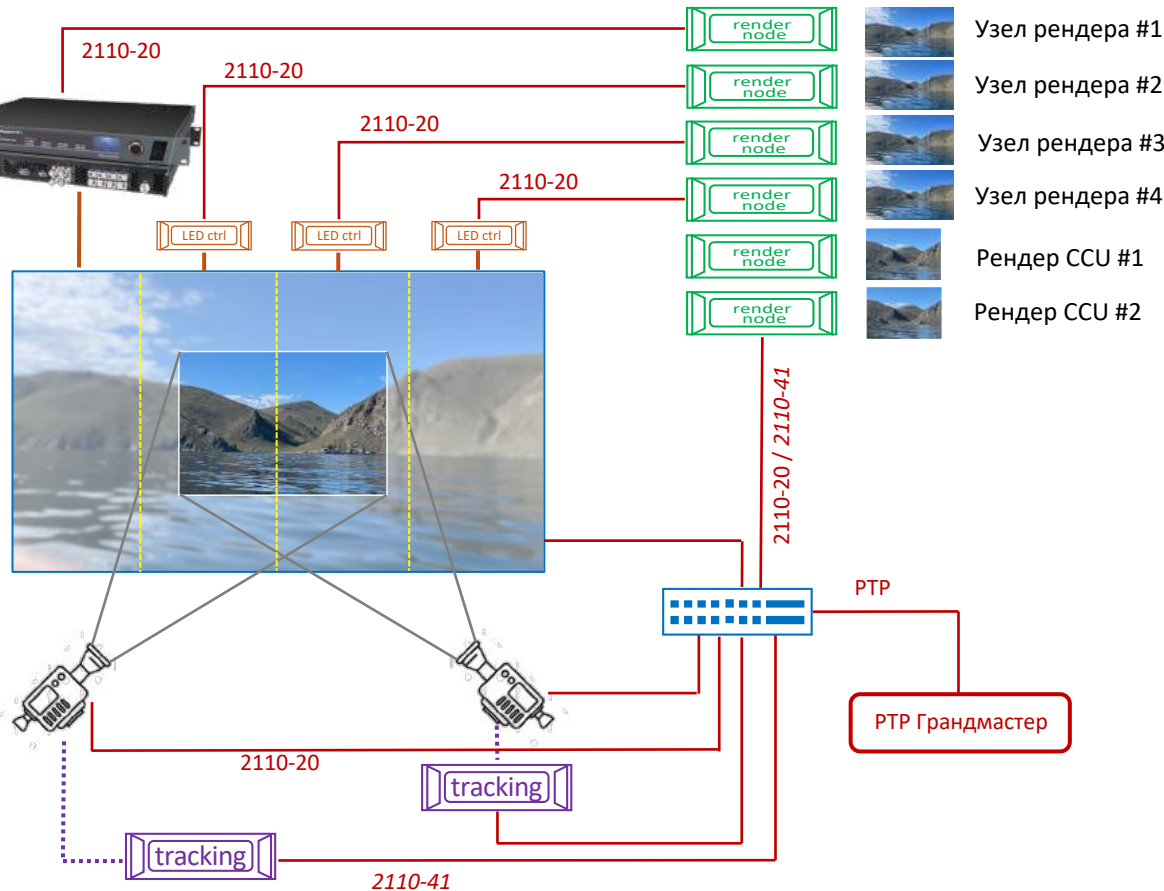


- Сложность
 - SDI, Ethernet, HDMI/DP
 - требуется 2 GPU на каждый Render Node
- CCU для каждой камеры
- Синхрогенератор
- Основная проблема
 - не масштабируемость



СТАП VIRTUAL PRODUCTION В СТИЛЕ 2110

LED контроллеры Helios Megapixel VR



- CCU как еще один Render Node
- Камеры соединены с Узлами рендера CCU посредством ST 2110
- Узел Рендера CCU «рендерит» внутренний фрустум
- Результат Узел рендера CCU (inner) рассылает multicast на остальные узлы
- Узлы Рендера Wall Render Node собирают внутренний в внешний фрустумы и считывает из стены
- Узлы Wall Render Node выдают 2110-20 для LED контроллера
- Синхронизация обеспечивается PTP Грандмастером
- Данные трекинга от камер *будут* передаваться в логике 2110 (-41)



ВЫСШАЯ ШКОЛА
КИНОИНЖЕНЕРОВ

powered by НЕВАФИЛЬМ
EDUCATE

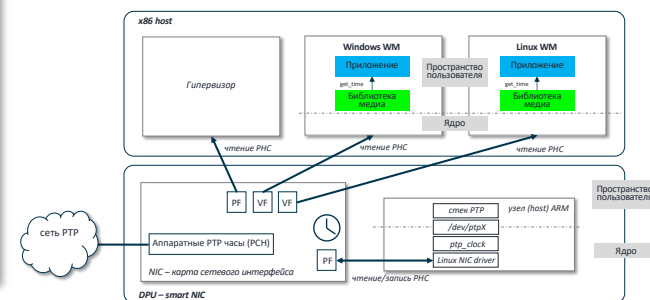
MPE.EDU.RU



- Все Узлы рендера, контроллеры дисплеев LED-объема, системы трекинга камер – должны быть синхронны между собой
- Все Узлы рендера должны быть о одном домене PTP и использовать одинаковый (общий для всех) профиль PTP
- Однако это не гарантирует, что все устройства ведомые (Followers) от Грандмастера понимают и реализуют нюансы синхронизации одинаково, *потому что*
 - Различия в реализации и имплементации стеков PTP в устройствах
 - Операции CPU прерывают работу стека PTP и провоцируют задержку обмена и обработки сообщений PTP
 - Методы фиксации временной метки PTP различны в различных устройствах
 - Различия в возможностях синхронизации между разными операционными системами
- **Реализация Smart NIC на DPU**
 - **DPU** – System on chip (SOC) программируемый процессор
 - Высокопроизводительный программируемый многоядерный ARM CPU
 - Высокопроизводительный сетевой интерфейс
 - Гибкие и программируемые движки ускорителей



NVIDIA Connect-X 6 BlueField-2 DPU



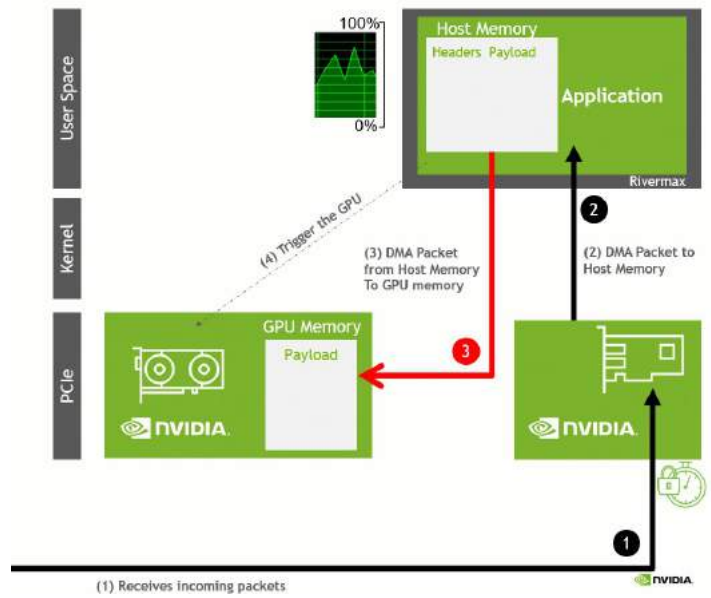
ВЫСШАЯ ШКОЛА
КИНОИНЖЕНЕРОВ

powered by НЕВАФИЛЬМ
EDUCATE

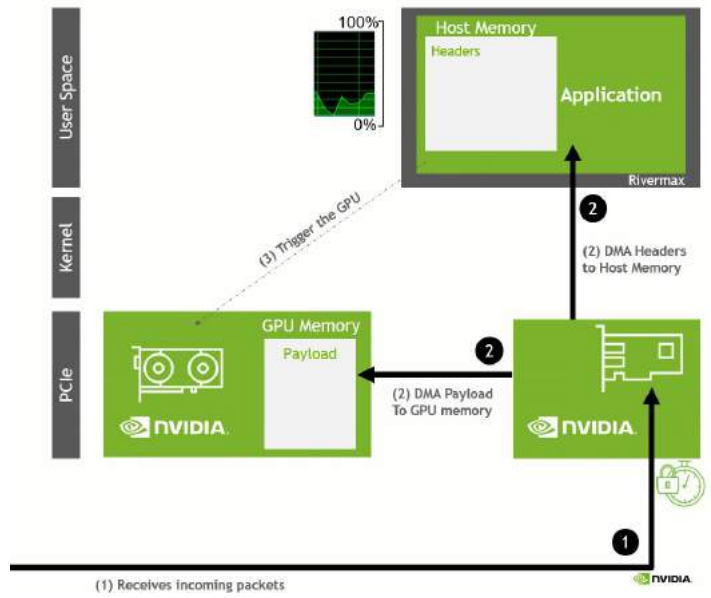
MPE.EDU.RU



КЛАССИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ CPU



GPUDirect

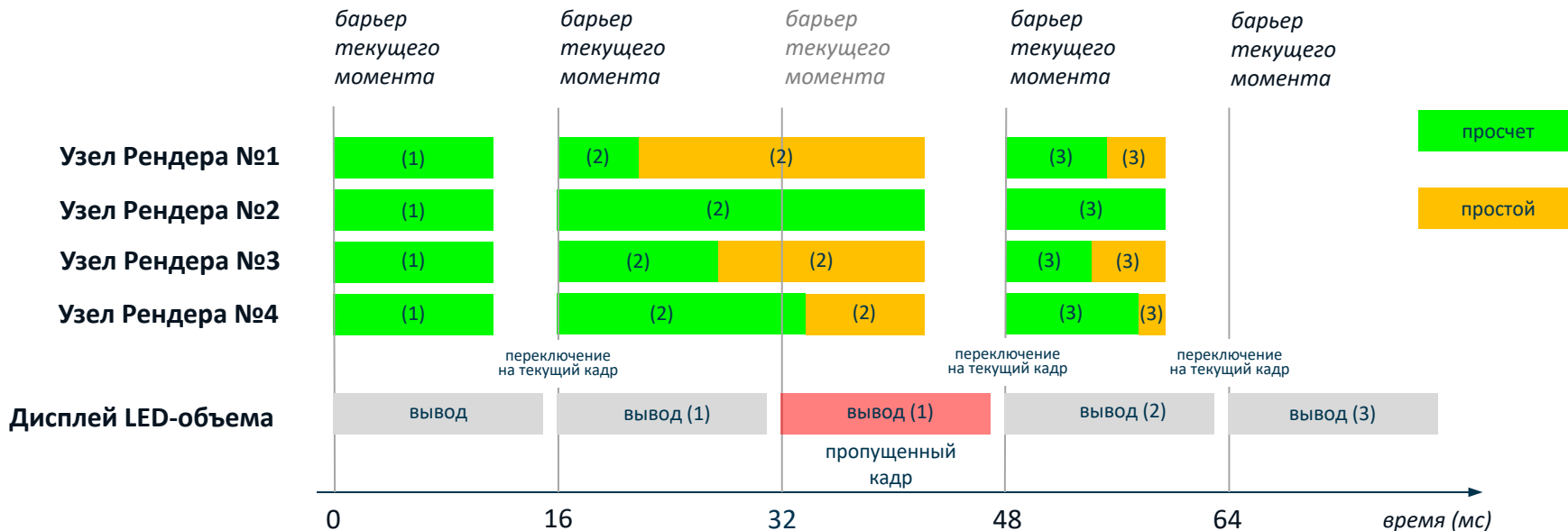


ВЫСШАЯ ШКОЛА
КИНОИНЖЕНЕРОВ

powered by НЕВАФИЛЬМ
EDUCATE

MPE.EDU.RU





Выравнивание вывода GPU на дисплеи по времени (барьер текущего момента)



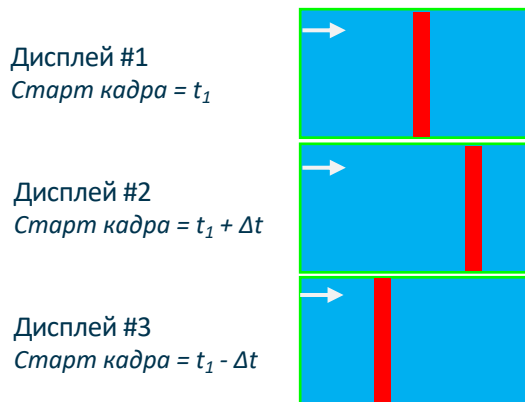
ВЫСШАЯ ШКОЛА
КИНОИНЖЕНЕРОВ

powered by НЕВАФИЛЬМ
EDUCATE

MPE.EDU.RU

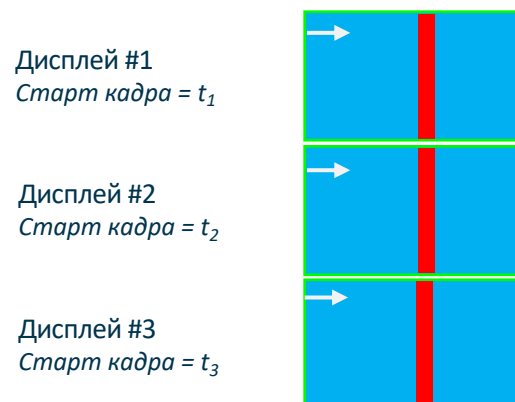


Синхронизация на уровне Приложений



NB! 4K@50 Hz $\Delta t \leq 10$ мс

Без фиксации старта кадра (Raster Lock)



$t_1, t_2, t_3 \max \Delta \leq 5-10$ нс

NB! 4K@50 1 пиксел = **2,4 нс**
4K@50 1 строка = **9,3 мкс**

С фиксацией старта кадра (Raster Lock)
синхронизация РТР



ВЫСШАЯ ШКОЛА
КИНОИНЖЕНЕРОВ

powered by НЕВАФИЛЬМ
EDUCATE

MPE.EDU.RU

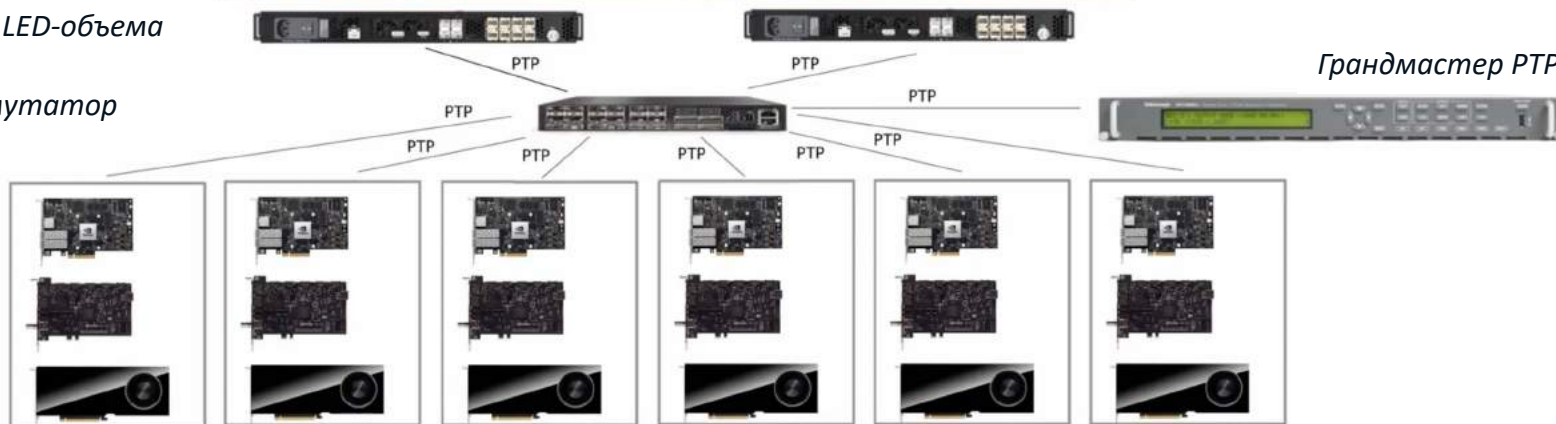




Контроллеры LED-объема

Сетевой коммутатор

Узлы рендера

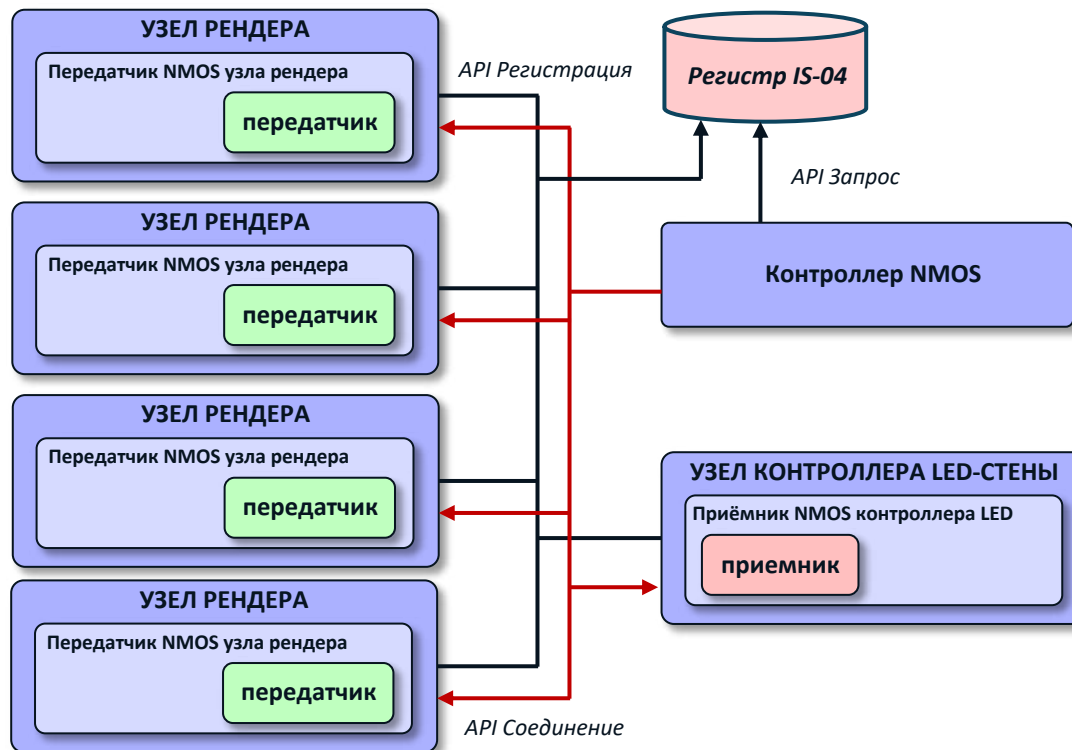


ВЫСШАЯ ШКОЛА
КИНОИНЖЕНЕРОВ

powered by НЕВАФИЛЬМ
EDUCATE

MPE.EDU.RU





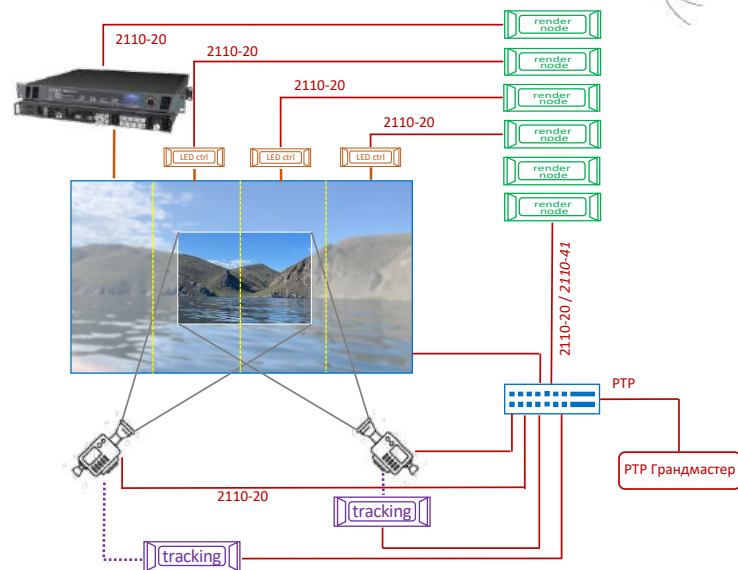
ВЫСШАЯ ШКОЛА
КИНОИНЖЕНЕРОВ

powered by  НЕВАФИЛЬМ
EDUCATE

MPE.EDU.RU



- Подсоединение Узлов рендера к контроллеру LED-объема IP-медиапотокками 2110
 - устранение ограничений традиционных HDMI/DP
- Коммуникации «один ко многим» (multicast) между Узлами рендера
 - внутренний фростум просчитывается лишь один раз и раздается другим узлам рендера
 - устранение потребности во втором GPU в Узлах Рендера
- Камеры подключаются напрямую к сетевым маршрутизаторам
 - Устранение ограничений традиционного SDI
- Синхронизация вывода кадров с рендер-узлов
 - синхронизация по времени вывода
 - синхронизация номера кадра
- управление всеми узлами системы в общей логике
 - автоматическое обнаружение и регистрация компонентов системы (медиаузлов)
 - автоматизация управления медиапотокками
 - единообразные потоки медиаданных
 - трекинг камеры – Fast Metadata FMX 2110-41



Камеры с непосредственной поддержкой 2110

- RED внедрил полную поддержку PTP и 2110 через RED Connect
- ARRI уже продемонстрировал поддержку PTP в новых версиях камер



ВЫСШАЯ ШКОЛА
КИНОИНЖЕНЕРОВ

powered by НЕВАФИЛЬМ
EDUCATE

MPE.EDU.RU



2110 – НЕ ТОЛЬКО ПРО ПЕРЕДАЧУ ВИДЕО, А ПРО ПЕРЕДАЧУ ПОТОКОВ МЕДИАСУЩНОСТЕЙ

- **Kino Flo** на IBC-2023 представила **осветительный прибор** для съемок Virtual Production, совмещающий в себе возможности классического осветительного прибора и видео-панели для формирования динамических световых эффектов, синхронизированных с динамическим изображением виртуального фона In-Camera VFX (LED-экраны) либо postproduction + зеленка;
- **Kino Flo MIMIK 120** преобразует входящий RGB видеосигнал для управления индивидуальными источниками света (теплый белый, холодный белый, красный, зеленый, синий) генерируя синхронизированное освещение сцены
- яркость до **10'000 nit** (традиционный LED 'экран – 800-1200 nit)
- максимальная скорость смены паттерна - 960 кадров в секунду
- 32 альфа-канала на скорости до 30 кадров в сек
- управление от HELIOS Megapixel VR (ST 2110)



ВЫСШАЯ ШКОЛА
КИНОИНЖЕНЕРОВ

powered by  НЕВАФИЛЬМ
EDUCATE

MPE.EDU.RU





Мы рождены,
чтоб сказку сделать былью!



Panasonic



megapixel

NOVA STAR

* логотипы размещены безвозмездно, то есть даром

- **NVIDIA**
 - Mellanox Smart NIC серии Connect-X Bluefield 2
 - GPU RTX 6000 ADA и скоро еще
 - плагин Rivermax, техники Present Barrier, Raster Lock, ...
 - Композинг «точно в срок», учет движения камеры Overscan и др.
- **LED-процессоры с поддержкой 2110**
 - HELIOS Megapixel VR
 - MX 6000 Pro Nova Star
- **Осветительные приборы эффектов VP**
 - Kino Flo MIMIK 120
- **Epic Games**
 - Unreal Engine (v5.1 экспериментально, v5.3 – базовая функциональность)
 - PTP GenLock, FrameLock, De-sync Detection
- **Синхронизация**
 - IEEE-1588, ST 2059 – традиционные решения для медиаиндустрии
- **Поддержка 2110 в камерах**
 - RED (упс, Nikon), Panasonic, Grass Valley, Blackmagic, ARRI, Sony ...
- **Знания**
 - учебный курс Epic Games «Как настроить 2110 с NVIDIA Rivermax в UE»
 - образовательные курсы Высшей школы киноинженеров (2110, PTP, NMOS)



ВЫСШАЯ ШКОЛА
КИНОИНЖЕНЕРОВ

powered by 

MPE.EDU.RU





для инженеров и технических руководителей
киностудий, теле- медиакомпаний и видеопродакшенов VP
КУРСЫ «Передача медиаданных в IP-сетях ТВ-комплексов»
ОНЛАЙН / ОНЛАЙН С КУРАТОРОМ / ОЧНОЕ В ВАШЕМ ГОРОДЕ



БАЗОВЫЙ УРОВЕНЬ (ТОЛЬКО ОНЛАЙН)

Базовые понятия Media over IP; Основы IP сетей; Протоколы;
Компрессия медиаданных; Медиаконтейнеры; Передача медиаданных в IP-сетях;
IP-транспорт телевизионных комплексов; Безопасность медиапроизводства.

ПРОДВИНУТЫЙ УРОВЕНЬ (ОНЛАЙН ЛИБО ОЧНО В ВАШЕМ ГОРОДЕ НА ВАШЕМ ПРЕДПРИЯТИИ)

Тайминг и синхронизация RTP в IP-сетях; Семейство стандартов SMPTE ST 2022;
Семейство стандартов SMPTE ST 2110; Спецификации Media over IP AMWA NMOS;
Технологическая пирамида EBU.



MPE.EDU.RU

**ВЫСШАЯ
ШКОЛА
КИНОИНЖЕНЕРОВ**

ОСНОВАНА В 2016 ГОДУ



- По итогам прохождения курсов обучающимся, имеющим высшее либо среднее специальное образование, выдается Удостоверение о повышении квалификации
- Онлайн-оплата для физических лиц (+ налоговые вычеты, средства маткапитала)
- Оплата обучения сотрудников организаций по договору образовательных услуг
- Затраты на обучение в целях налогообложения прибыли относятся на себестоимость



**ВЫСШАЯ ШКОЛА
КИНОИНЖЕНЕРОВ**

powered by 

MPE.EDU.RU

Oleg.Berezin@mpe.edu.ru

