

Образовательная сессия »Миграция технологий Телевещания и ProAV в IP«



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



Synamedia



Обзор технологий 2110 / PTP / NMOS / IPMX

**ШКОЛА
ИНЖЕНЕРОВ
КИНО И ТВ**



POWERED BY

ОСНОВАНА В 2016 ГОДУ

WWW.MPE-EDU.RU

Дополнительное профессиональное образование для инженеров телевидения, киноиндустрии и онлайн-медиа сервисов



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

2110

**ШКОЛА
ИНЖЕНЕРОВ
КИНО И ТВ**



POWERED BY

ОСНОВАНА В 2016 ГОДУ

WWW.MPE-EDU.RU



Дополнительное профессиональное образование для инженеров телевидения, киноиндустрии и онлайн-медиа сервисов

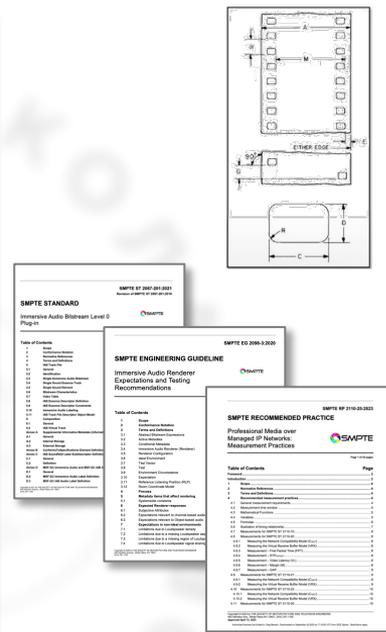
- Профессиональная ассоциация инженеров медиаиндустрии
- Основано в США в 1916 году как Общество киноинженеров. С 1950 года - SMPTE
- Профессиональная международная организация инженеров кино и телевидения
- Объединяет более **7 000** специалистов из **62** стран мира
- 11 комитетов по трем основным направлениями деятельности
- В 1990 году основана советская секция SMPTE (с 1992 года – российская секция)
- С февраля 2022 г. деятельность российской секции приостановлена
- **Текущая инициатива (на уровне дискуссии):**

Центрально-Евразийская секция SMPTE (Азербайджан, Армения, Белоруссия, Грузия, Казахстан, Кыргызстан, Молдова, Таджикистан, Туркменистан, Россия, Узбекистан, Украина)

современные вызовы медиаиндустрии

- миграция вещательных технологий в область IT-инфраструктуры
- цифровая кинотеатральная дистрибуция и кинопроекция
- трансформация аппаратных медиапроцессов в программные решения
- иммерсивные технологии: HDR, HFR, HSR (4K/8K), WCG, IMM SOUND, персонализация потребления AV-контента, AR/VR...

Ключевые тренды: IP, UHD/HDR, SaaS (ПО как услуга), Микросервисы, Облака, Виртуализация производства, Конвергенция сред передачи и т.д.



*Форматы киноплёнки
Форматы изображений
HDR
Кинотеатральный звук
Компрессия
Форматы файлов
Цифровой кинематограф
SDI
Таймкод
Медиа в IP-сетях
IMF
и еще:*



**Виртуальное
производство**

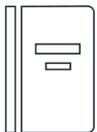


**Медиа в
облаках**





Поддержание творческих контактов между специалистами отрасли. Проведение международных конференций и выставок, помощь национальным секциям в организации локальных мероприятий, веб-трансляции и обсуждения по наиболее актуальным вопросам.



Разработка стандартов. Библиотека нормативных документов SMPTE содержит более 1000 стандартов, рекомендованных практик и инженерных руководств по всем разделам кино и телевидения.

SMPTE – основной разработчик международных стандартов ISO в аудиовизуальной сфере. SMPTE – секретарь Технического комитета ISO TC36 «Кинематография»



Обучение и повышение квалификации членов Общества через журнальные публикации, путём проведения семинаров, как в очной форме, так и в сети Интернет, и т.п.



Членство в SMPTE индивидуальное и платное. Более 100 компаний по всему миру поддерживают работу общества спонсорскими взносами. Среди спонсоров практически все крупнейшие производственные и вещательные компании. Основные расходы – стандарты, образование, конференции, персонал Общества.

С 2024 года бесплатный доступ к цифровой библиотеке для всех членов SMPTE: тексты стандартов, журналов, публикаций и иных документов; + ежемесячная оплата взносов.

транспорт ST 2110
+
WAN (JXS, SRT, NDI..)
+

управление NMOS
+

синхронизация PTP

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

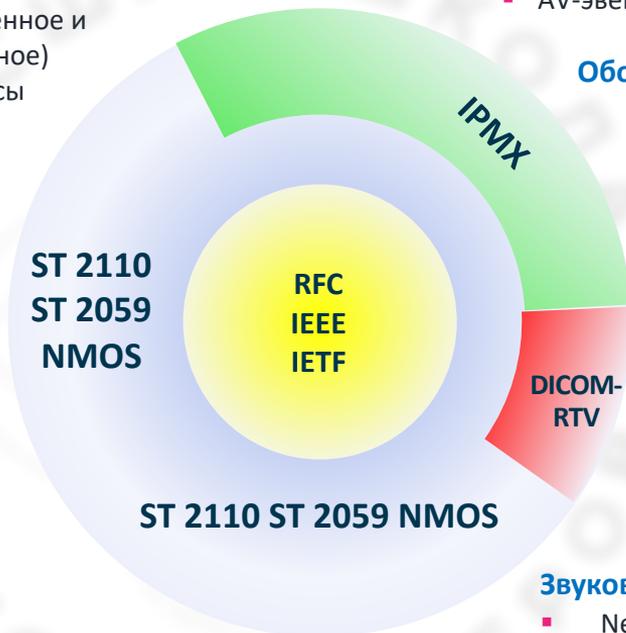
- тренажеры
- видеонаблюдение
- ситуационные центры
- AV коммуникации там «где надо»

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





2110-10

синхронизация

2110-20

некомпресс. актив. видео

2110-21

формирование трафика

2110-22

компресс. видео

2110-23

UHD | UHD2 видео

2110-30

AES67
PCM аудио

2110-31

AM824
AES3 аудио

2110-40

служебные данные SDI

2110-41

быстрые метаданные

2110-43

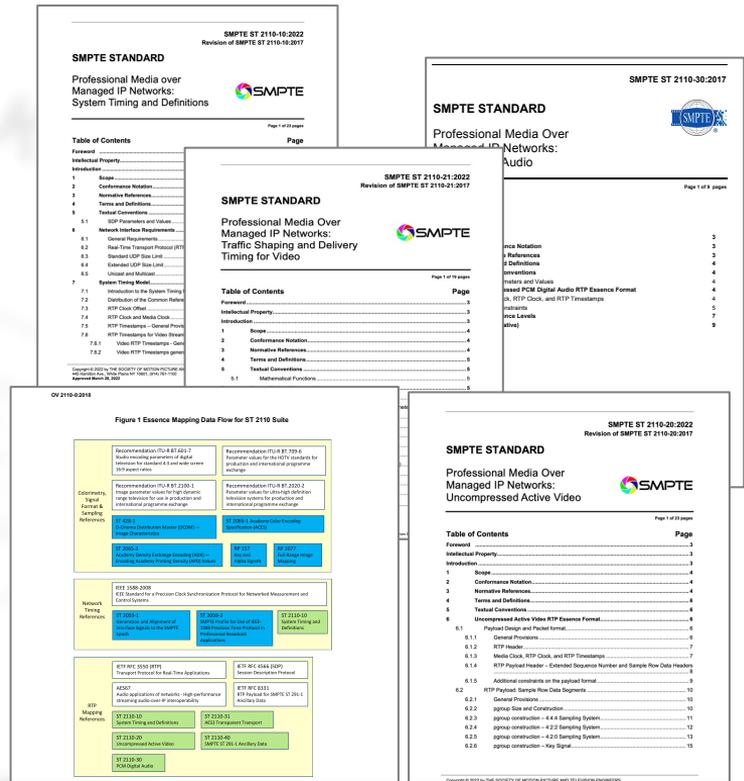
```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<tt xmlns="http://www.w3.org/ns/ttml"
xml:lang="ru">
  <body>
    <div> <p>Текст субтитров</p>
  </div>
</body>
</tt>
```

синхрониз. текст (sub)



... + PTP + NGA + MGA + AMWA NMOS

- SMPTE OV 2110-0 Roadmap for the 2110 Document Suite
Дорожная карта документов ST 2110
- SMPTE ST 2110-10 System Timing and Definition
Системная синхронизация и определения
- SMPTE ST 2110-20 Uncompressed Active Video
Некомпрессированное активное видео
- SMPTE ST 2110-21 Traffic Shaping and Delivery Timing for Video
Формирование трафика и согласование передачи видео во времени
- SMPTE ST 2110-22 Constant Bit-Rate Compressed Video
Компрессированное видео с постоянным битрейтом
- SMPTE ST 2110-30 PCM Digital Audio
Цифровое аудио PCM
- SMPTE ST 2110-31 AES3 Transparent Transport
Передача данных AES3 в Прозрачном режиме
- SMPTE ST 2110-40 SMPTE ST 291-1 Ancillary Data
Передача служебных (ANC) данных SMPTE ST 291-1
- SMPTE ST 2110-41 Fast Metadata Framework
Фреймворк Быстрых Метаданных
- SMPTE ST 2110-43 TTML for Captions and Subtitles
Использование разметки TTML для субтитров
- SMPTE RP 2110-23 Single Video Essence Transport over Multiple ST 2110-20 Streams
Передача одной видеосущности несколькими потоками ST 2110-20
- SMPTE RP 2110-24 Special Considerations for Standard Definition Video
Using SMPTE ST 2110-20
- SMPTE RP 2110-25 Measurement Practices

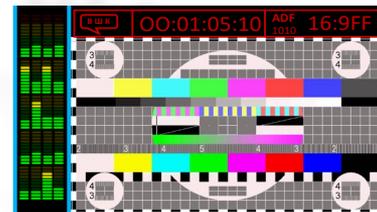


+ SMPTE ST 2022-8. Синхронизация по времени потоков ST 2022-6 в системе 2110

стандарт	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
2110-10	V.1					R.1		
2110-20	V.1					R.1		
2110-21	V.1					R.1		
2110-22			V.1			R.1		
2110-23			V.1					
2110-30	V.1							
2110-31		V.1				R.1		
2110-40		V.1					R.1	
2110-41								V.1
2110-43					V.1			

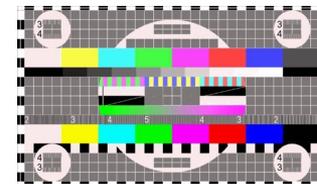
Годы публикации стандартов семейства 2110 и планы ревизии

ST 2022-6



1 RTP-поток
условно «композитный
цифровой сигнал»

vs ST 2110



ST 2110-20 x 1 поток

ST 2110-30 x 16 потоков
(это как пример, передать
можно и в одном потоке)

ST 2110-40 x 3 потока
(это как пример, передать
можно и в одном потоке)

~20 RTP-потоков

условно «компонентный
цифровой сигнал»



В 2025 году на 77 церемонии Академии Телевидения «Engineering, Science & Technology Emmy® Awards», Общество инженеров кино и телевидения SMPTE, Европейский Вещательный Союз (EBU), и Форум Video Services (VSF) удостоены премии Emmy® за выдающиеся достижения в области техники, науки и технологий, и за разработку семейства стандартов SMPTE ST 2110.

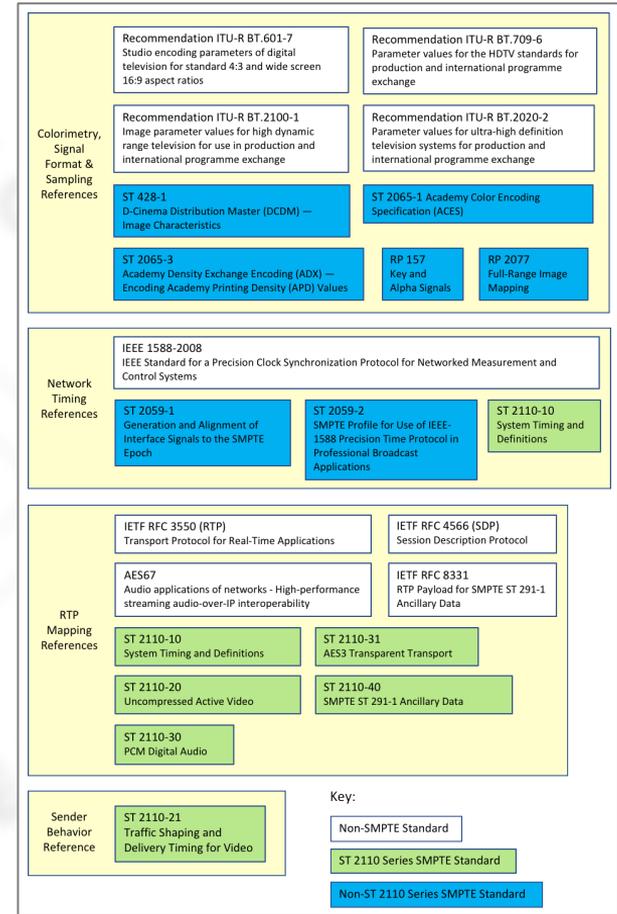
SMPTЕ OV 2110-0 Roadmap for the 2110 Document Suite –
дорожная карта стандартов, определяющих систему передачи
медиаданных на основе RTP-пакетов (дейтаграмм) по IP-сетям.

Дорожная карта включает четыре основных блока стандартов:

- Колориметрия, параметры сигналов, форматы и сэмплирование
- Сетевая синхронизация
- размещение данных в RTP-пакетах
- логика передачи медиаданных по IP-сетям

Дорожная карта охватывает три типа документов:

- стандарты «сторонних» организаций:
ITU-R BT, IEEE, IETF RFC, AES
- стандарты SMPTE, не входящие в семейство ST 2110:
ST 428-1, ST2065-1, PR157, RP2077, ST2059
- стандарты SMPTE семейства ST 2110:
-10, -20, -21, -22, -30, -31, -40, -43 ...



- ST 2110 оперирует с каждой медиасущностью отдельно – видео, аудио, данные ANC;
- Каждый пакет данных медиасущностей имеет собственную временную метку RTP;
- Получатель сравнивает временные метки пакетов медиасущностей и формирует пакеты в должном порядке и синхронизирует все данные между собой.
- Стандарт SMPTE ST 2110-10:
 - Определяет применение протокола точного времени ST 2059 Precision Time Protocol (PTP) в семействе стандартов ST 2110
 - Определяет алгоритм вычисления метки времени (RTP timestamp) для каждого типа сигналов (видео, аудио, данные)
 - Определяет применение Real-Time Protocol (RTP) для видео, аудио и служебных сигналов ANC
 - Определяет основные требования к IP потоку (UDP, Multicast)
 - Определяет применение Session Description Protocol (SDP)

SMPTE STANDARD
Professional Media over
Managed IP Networks:
System Timing and Definitions

Page 1 of 27 pages

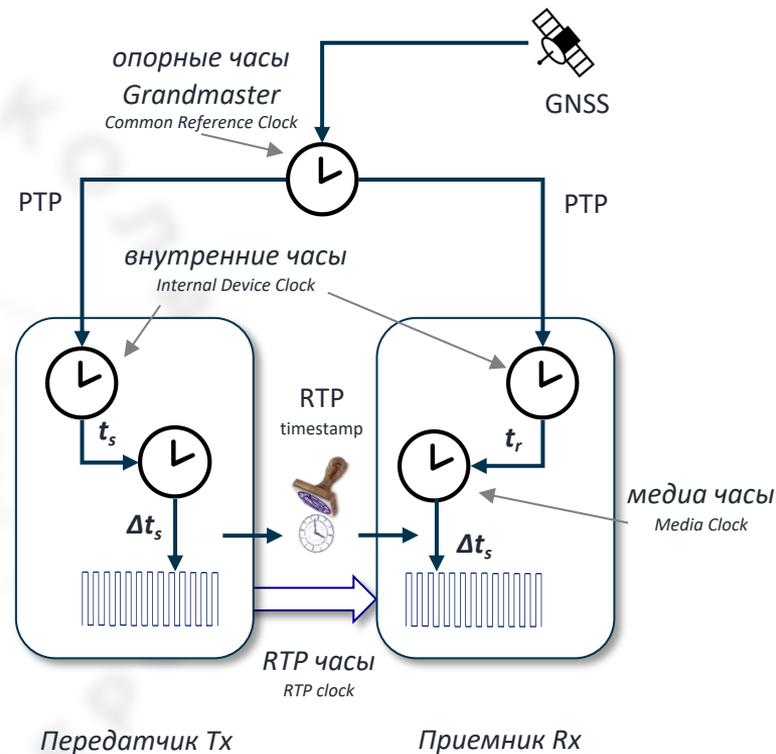
Table of Contents	Page
Foreword	3
Intellectual Property	3
Introduction	3
1 Scope	4
2 Conformance Notation	4
3 Normative References	5
4 Terms and Definitions	5
5 Textual Conventions	5
5.1 SDP Parameters and Values	5
6 Network Interface Requirements	6
6.1 General Requirements	6
6.2 Real Time Transport Protocol (RTP)	6
6.3 Standard UDP Size Limit	6
6.4 Extended UDP Size Limit	6
6.5 Unicast and Multicast	6
7 System Timing Model	9
7.1 Introduction to the System Timing Model (Informative)	9
7.2 Distribution of the Common Reference Clock via PTP	9
7.3 RTP Clock Offset	10
7.4 RTP Clock and Media Clock	10
7.5 RTP Timestamps – General Provisions	11
7.6 RTP Timestamps for Video Streams	11
7.6.1 Video RTP Timestamps – General	11
7.6.2 Video RTP Timestamps generated by Image Capture Devices	11

Copyright © 2022 by the Society of Motion Picture and Television Engineers
445 Lincoln Ave., Suite 500 • Cary, NC 27513
Approved March 24, 2022
Authorized Standard Use Only • No Duplication, Distribution or Release Without the Society's Written Consent. Publication only.

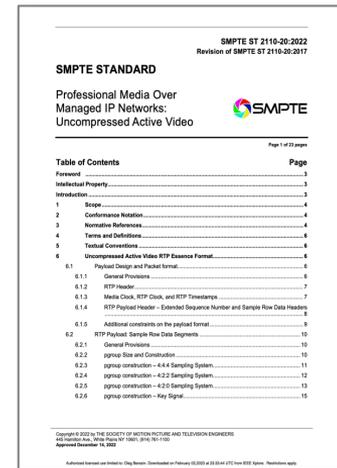


- **PTP (Precision Time Protocol)** – сетевой протокол «точного времени» на основе TAI - международного атомного времени. TAI опережает UTC на 37 секунд (осень 2022 года)
- **RTP (Real-Time Protocol)** – сетевой протокол передачи трафика реального времени. В заголовке пакета передается временная метка (RTP Timestamp) и номер пакета, позволяющие при минимальных задержках определить порядок и момент декодирования каждого пакета и интерполировать потерянные пакеты
- **UDP (User Datagram Protocol)** – протокол пользовательских дейтаграмм, один из ключевых элементов TCP/IP. Протокол позволяет посылать дейтаграммы (сообщения) другим хостам по IP-сети без необходимости предварительного сообщения для установки специальных каналов передачи или путей данных.
- **SDP (Session Description Protocol)** – сетевой протокол прикладного уровня, предназначенный для описания сессии передачи потоковых данных, включая телефонию, интернет-радио, мультимедиа

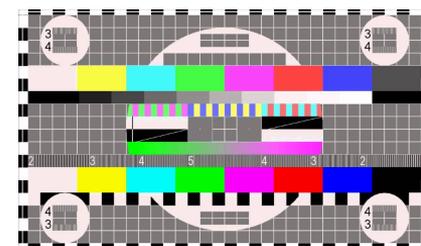
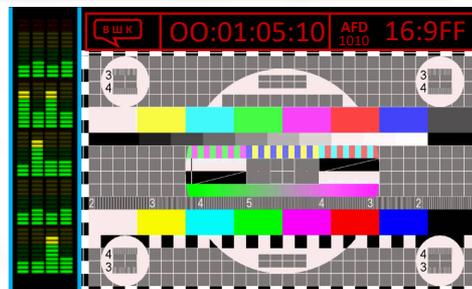
- Протокол Точного Времени, Precision Time Protocol – PTP, определенный в стандартах IEEE 1588 и SMPTE ST 2059-2 PTP Profile используется для «раздачи» Общего Опорного времени (Common Reference Clock) с точностью не менее 1 микросекунды каждому устройству в сети;
- Каждое устройство (Tx или Rx) содержит Внутренние Часы Устройства (Internal Device Clock), которые синхронизируются с Общим Опорным временем;
- Если Внутренние Часы устройства не могут получить сигнал точного времени от источника Общего Опорного Времени, то Внутренние Часы начинают работать от собственного внутреннего генератора;
- Каждый тип медиасигнала ассоциирован с *Медиа Часами* (Media Clock), частота которых точно соответствует частоте сэмплирования каждого типа медиасигнала (Видео – 90 кГц, Аудио – 48 кГц);
- Медиа Часы имеют нулевой офсет с эпохой SMPTE (01.01.1970 00:00 TAI)
- Каждый источник сигнала сети (Передатчик Tx) используя *RTP Часы* (RTP Clock) генерирует отметку времени (RTP timestamp) формата RTP - Real Time Protocol, помещаемую в заголовок каждой RTP-дейтаграммы каждого медиасигнала.
- RTP-Часы должны иметь нулевой офсет с Медиа Часами – т.е. RTP-часы должны быть идентичны Медиа Часам каждого соответствующего потока медиасущности



- Передается только активная часть изображения (без бланков)
- Транспорт: RTP - Real-Time Protocol
- 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'b'cc'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.2100-0, ST 2065-1 (ACES), ST 2065-3 (ADX), ISO 11664-1
 - Передаточные характеристики: ITU-R BT.709 SDR, ITU-R BT.2100-0 (включая PQ, HLG), линейная, ST 2065-1 (ACES), ST 2065-3 (ADX)

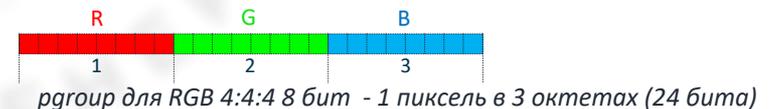
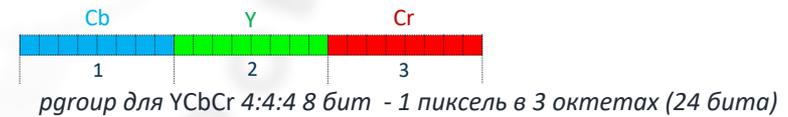
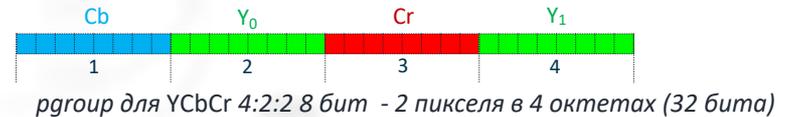
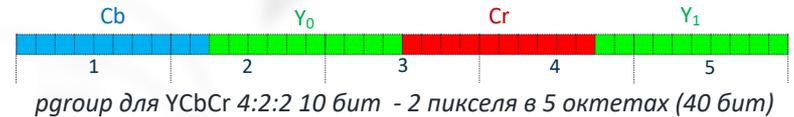
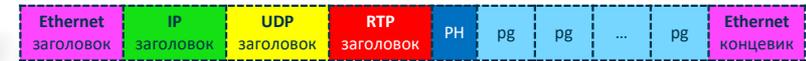


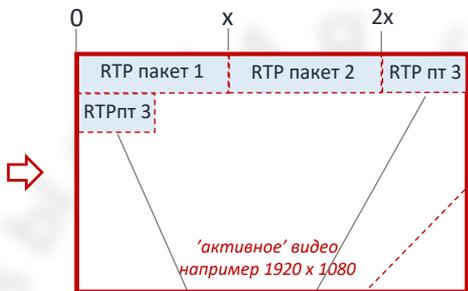
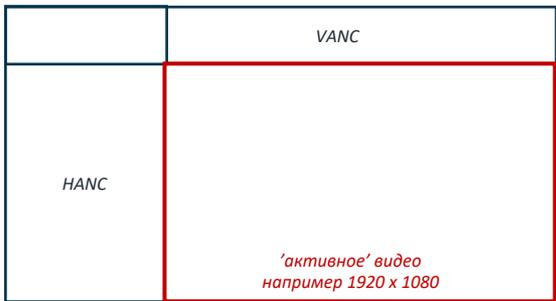
Формат	ST 2022-6 (Мбит/с)	ST 2110-20 (Мбит/с)	Сокращение потока
720p @50	1 537.5	953.0	39.3%
1080i @50	1 537.4	1 071.9	30.3%
1080p @50	3 074.4	2 143.9	30.3%
2160p @50	12 294.8	8 754.9	30.3%



Благодаря передаче только активного видео и исключения из пакетов аудио и служебных данных == > сокращение потока!

- ST 2110-20 вводит понятие «Группа Пикселей» - **pgroup**
- Все пиксели активной части изображения разбиваются на Группы Пикселей *pgroup*
- ST 2110-20 определяет формат PH, Payload Header – заголовка полезной нагрузки и описывает расположение Групп Пикселей (PG) кадра изображения в полезной нагрузке RTP-пакета
- Группы Пикселей *pgroup* формируются с учетом правил:
 - размер *pgroup* содержит минимальное количество пикселей и зависит от формата сэмплирования;
 - в каждой *pgroup* должно быть целое число октетов (байтов)
 - пиксели, которые «делятся» сэмплами с другими пикселями должны быть в одной *pgroup*;
 - значение яркости и цветовых составляющих одного пикселя должны быть в одной *pgroup*;
 - группы пикселей *pgroup* не должны разбиваться между RTP-пакетами;
 - группы пикселей *pgroup* не должны содержать пиксели более чем одной строки изображения (кроме случая 4:2:0, для формирования которых используются данные пикселей, расположенных в двух строках).





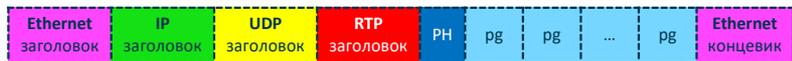
RTP Пакет 1
SRD#1 row number = 0
C = 0
SRD#1 offset = 0

RTP Пакет 2
SRD#1 row number = 0
C = 0
SRD#1 offset = x

RTP Пакет 3
SRD#1 row number = 0
C = 1
SRD#1 offset = 2x
SRD#2 row number = 1
C = 0
SRD#2 offset = 0

SRD#1
SRD#2

8, 14 или 20 октетов
1, 2 либо 3 SRD / пакет



0	V	P	X	CC	M	PT – Payload Type	Sequence Number – Номер Секвенции	
4	Timestamp – Временная Метка							
8	SSRC - Synchronization Source IP – Идентификатор Источника Синхронизации							
12	ESN – Расширенный номер секвенции (старшие биты)				Длина Sample Row Date (SRD #1)			
16	F	SRD#1 Row Number – номер строки			C	SRD#1 offset – офсет		
20	Длина Sample Row Date (SRD#2)				F	SRD#2 Row Number – номер строки		
24	C	SRD#2 offset – офсет						
32	Y'00		Cr'00		Y'01		Cb'01	
36	Cb'01	Y'02		Cr'01		Y'03		
40	Cb'02		Y'04		Cr'02		Y'05	
44	Y'05		Cb'03		Y'06		Cr'03	
48	Cr'03	Y'07		...				

rgroup
Y'Cb'Cr' 4:2:2
10 bit

Пример начала RTP-пакета,
содержащего данные rgroup Y'Cb'Cr' 4:2:2 10 бит

- **SRD Length** – длина соответствующего SRD-сегмента.
- **SRD Row Number** – указывает на номер строки активного видео, содержащей пиксели передаваемого SRD-сегмента
- **SRD Offset Number** – номер пикселя начиная с левого края видеокadra в строке с которого начинается передаваемый соответствующий SRD-сегмент
- **F** – флаг поля; **C** – флаг продолжения.

NB! Длина Заголовка PH: если один SRD (пиксели одной строки) – 8 байт, если два SRD (пиксели из двух строк) – 14 байт, три SDR (с трёх строк) – 20 байт

ST 2110-21 «Traffic Shaping and Delivery Timing for Video» – стандартизирует временные аспекты передачи потоков RTP-пакетов видеосущностей с момента покидания пакетов таких потоков передающего интерфейса Передатчика.

Стандарт описывает две параметрические модели временных характеристик передачи пакетов видеоданных:

- Модель Совместимости Сети (Network Compatibility Model)
- Модель Виртуального Буфера Приемника (Virtual Receiver Buffer Model)

В модели виртуального буфера Приемника поступающие пакеты размещаются в буфере в определенный момент и покидают буфер (прочитываются приемным интерфейсом Приемника) по определенному Расписанию Чтения Пакетов.

Стандарт описывает две фундаментальных модели Расписания Чтения Пакетов (Packet Read Schedules)

- Модель Расписания Чтения Пакетов Прерывистого (gapped) потока
- Модель Расписания Чтения Пакетов Равномерного (linear) потока

Основная идея Модели Расписания Чтения Пакетов:

количество непрочитанных пакетов в Виртуальном Буфере Приемника не может превышать установленный «параметрический максимум» для каждого класса Передатчиков.

NB! для практического применения моделей при конфигурировании Приемников, необходимо дополнительно учитывать джиттер и задержку пакетов, накапливаемые на пути от Tx к Rx, вызванные условиями передачи данных в реальной сети.

SMPTE ST 2110-21:2022
Revision of SMPTE ST 2110-21:2017

SMPTE STANDARD

Professional Media Over
Managed IP Networks:
Traffic Shaping and Delivery
Timing for Video



Page 1 of 19 pages

Table of Contents		Page
Foreword	3
Intellectual Property	3
Introduction	3
1	Scope	4
2	Conformance Notation	4
3	Normative References	4
4	Terms and Definitions	5
5	Textual Conventions	5
5.1	Mathematical Functions	5
6	Stream Timing Characteristics	5
6.1	General	5
6.2	Virtual Receiver Buffer Packet Read Schedule (PRS) Parameters	6
6.3	Gapped Packet Read Schedule (PRS)	6
6.3.1	Overview	6
6.3.2	Gapped PRS – Progressive Images	7
6.3.3	Gapped PRS – Interlaced and PsF Images	7
6.4	Linear Packet Read Schedule (PRS)	8
6.5	Relationship between Linear and Gapped PRS (Informative)	9
6.6	Transmission Traffic Shape Models	9
6.6.1	Network Compatibility Model	9
6.6.2	Virtual Receiver Buffer Model	11

Copyright © 2022 by THE SOCIETY OF MOTION PICTURE AND TELEVISION ENGINEERS
445 Manhattan Ave., White Plains NY 10611, (914) 761-1100
Approved December 14, 2022

Authorized licensed use limited to: Oleg Berezin. Downloaded on February 02, 2025 at 23:34:01 UTC from IEEE Xplore. Restrictions apply.

Цель: передать все пакеты без сильных задержек и без потерь. **Но в реальности:** пакеты не идут идеально равномерно => переполнение буфера => потери пакетов!

Пример: Исходный сигнал HD 1080p25 YCbCr 4:2:2: 10 бит

pgroup = 2 pix / 5 октетов

Max размер нагрузки RTP-пакета = 1500 (MTU) – 40 (IP) – 8 (UDP) – 12 (RTP) – 14 (PH) = 1426 октетов

кол-во pgroup в одном RTP-пакете = 1426 / 5 октетов = 285,2 = > 285 pgroup / пакет

$$T_{VD} = (N \times T_{FRAME}) + TR_{OFFSET}$$

$$TR_{OFFSET} = TR_{DEFAULT} \text{ (по умолчанию)}$$

Σ_{PIX} всего кадра = 1920 x 1080 = 2 073 600 pix

Σ_{PGROUP} на кадр = 2 073 600 / 2 pix (одна pgroup) = 1 036 800 pgroup / кадр

N_{PACKET} кол-во пакетов на кадр = 1 036 800 / 285 = 3 638 пакетов / кадр

Период кадра $T_{FRAME} = 1/F = 1/25$; $T_{FRAME} = 40 \text{ мс}$

Для прогрессивной развертки (≥ 1080):

$R_{ACTIVE} = 1080/1125$; $R_{ACTIVE} = 0.96$

$TR_{DEFAULT} = 43/1125 * 0.04$; $TR_{DEFAULT} = 1.53 \text{ мс}$

$T_{RS} = (T_{FR} * R_{ACTIVE}) / N_{PACKET} = (0.04 * 0.96) / 3638$; $T_{RS} = 10.56 \text{ мкс}$

C_{MAX} – максимальный уровень наполнения буфера Передатчика (в пакетах):

$$C_{MAX} = \text{MAX} \left(4, \text{INT} \left(\frac{N_{PACKETS}}{43200 \times R_{ACTIVE} \times T_{FRAME}} \right) \right)$$

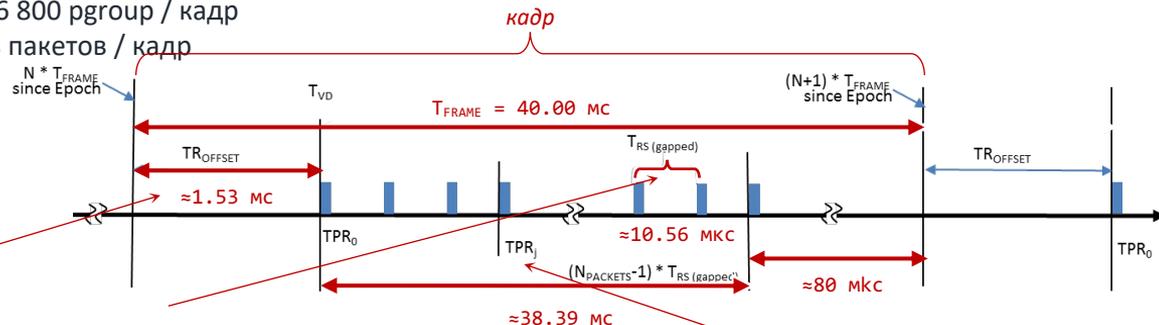
$$C_{MAX} = \text{MAX} (4, \text{INT} (2.2)) = \text{MAX} (4, 2); \quad C_{MAX} = 4 \quad TPR_j = (j * T_{RS}) + T_{VD} = (1000 * 0.01056) + 1.53; \quad TPR_j = 12.09 \text{ мс}$$

для j = 1000

VRX_{FULL} – емкость буфера Модели Виртуального буфера Приемника (в пакетах):

$$VRX_{FULL} = \text{MAX} \left(\text{INT} \left(\frac{1500 \times 8}{MAXIP} \right), \text{INT} \left(\frac{N_{PACKETS}}{27000 \times T_{FRAME}} \right) \right)$$

$$VRX_{FULL} = \text{MAX} (\text{INT}((1500*8)/1500), \text{INT} (3638/(27000*0.04))) = \text{MAX} (8, \text{INT} 3.37) = \text{MAX} (8, 3); \quad VRX_{FULL} = 8$$



Узкий (Точный) Синхронный Приемник (тип N)

Narrow, Synchronous Receiver – должен быть совместим с Передатчиком типа N с соблюдением, минимальных требований:

- Приемник синхронизирован с тем же генератором частоты (clock source) указанным в SDP Передатчика `ts-refclk clksrc`;
- Параметр `TROFFSET` Передатчика (атрибут `TROFF`) в SDP Передатчика должен быть установлен по умолчанию для типа сигнала либо отсутствовать, то есть соответствовать значению `TRODEFAULT`;
- Приемник типа N может поддерживать альтернативные значения `TROFFSET`
- Приемник типа N может поддерживать прием сигналов от Передатчика типа NL с соблюдением минимальных требований.

Широкий Синхронный Приемник (тип W)

Wide, Synchronous Receiver – должен принимать сигналы Передатчиков типа N, NL, W с соблюдением, минимальных требований:

- Приемник синхронизирован с тем же генератором частоты (clock source) указанным в SDP Передатчика `ts-refclk clksrc`;
- Приемник типа W может поддерживать альтернативные значения `TROFFSET` с использованием параметра с атрибутом `TROFF`;

Примечание: значение параметра с атрибутом TROFF по умолчанию общее для Передатчиков типа N и типа NL.

Асинхронный Приемник (тип A)

Asynchronous Receiver – должен принимать сигналы от Передатчиков всех типов – N, NL и W, вне зависимости от значения параметров `ts-refclk clksrc` и `TROFF`.

Тип Передатчика Tx				Тип Приемника Rx
Tx тип N узкий	Tx тип NL равномерно-узкий	Tx тип W широкий		
обязательно	опционально	нет	Rx тип N узкий, синхронный	
обязательно	обязательно	обязательно	Rx тип W широкий, синхронный	
обязательно	обязательно	обязательно	Rx тип A асинхронный	

Таблица совместимости
Передатчиков Tx и Приемников Rx различного типа
в соответствии с ST 2110-21

ST 2110-22 определяет набор параметров для передачи в реальном времени посредством RTP-пакетов синхронизированного с общим опорным генератором компрессированного видеосигнала с постоянным битрейтом через IP-сети.

- алгоритм компрессии видеосигнала и пакетирование данных видеосигнала должны обеспечивать одинаковое количество байт данных на кадр;
- Пакетирование должно обеспечивать одинаковое количество RTP-пакетов на кадр, в т. ч. используя байты заполнения для обеспечения одинакового количества байт на кадр;
- требования к сетевым интерфейсам и модель системной синхронизации по времени должны соответствовать стандарту ST 2110-10;
- Частота генератора временных меток RTP – 90 кГц;
- Формирование трафика и согласование передачи во времени должны соответствовать стандарту ST 2110-21 как для Передатчика типа NL, так и для Передатчика типа W;
- SDP должен содержать указание на тип Передатчика;
- Соответствие Модели Виртуального буфера Приемника стандартом ST 2110-22 не устанавливается;
- Тип полезной нагрузки устанавливается в соответствии с RFC4855;
- Тип Медиа в SDP: **m=video**
- Подтип медиа – один из зарегистрированных типов полезной нагрузки кодек VC-2 **vc2**, JPEG XS – **jxsv** и другие
- Параметр *rate* (частота RTP timestamp clock) обязательный и должен быть равен **90000**



SMPTe STANDARD
Professional Media Over
Managed IP Networks:
Constant Bit-Rate Compressed Video

Page 1 of 11

Table of Contents	Page
Foreword	2
Intellectual Property	2
1 Scope	2
2 Conformance Notation	2
3 Normative References	3
4 Video Compression and Packetization	3
5 RTP Transport	3
5.1 General	3
5.2 RTP Timestamp Clock	3
5.3 Traffic Shaping and Delivery Timing	3
6 RTP Payload Format	4
6.1 Registration	4
6.2 Media Type and Subtype	4
6.3 Required parameters	4
7 Session Description	4
7.1 General	4
7.2 Format-specific parameters	4
7.3 Bit rate	5
7.4 Frame rate	5
7.5 Example	5

Standard 2110-22 is the property of SMPTE and its members.
Approved July 11, 2019

Стандарт разработан для алгоритмов компрессии без визуальных потерь (visual lossless)

- **часть информации может быть удалена, но нет заметных глазу потерь;**
- **может иметь очень маленькую задержку (например, используя послынную - slice компрессию);**
- **доступные популярные кодеки VC-2 DIRAC (BBC, RFC 8450) и JPEG XS, обеспечивающие, как правило, компрессию от 2:1 до 8:1 т.е. 3 Гбит/сек SDI –> 1.5 – 0.5 Гбит/сек.**

ST 2110-30 устанавливает ограничения для стандарта AES67

при передаче инкапсулированного в IP-пакеты PCM аудио посредством RTP-пакетов в реальном времени с целью обеспечения совместимости семейства стандартов ST 2110 и AES67.

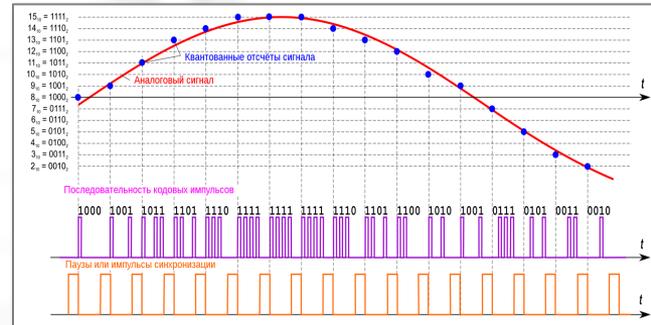
ST 2110-30 описывает требования к нотации метаданных в SDP файле, получаемом Приемником для корректной интерпретации данных.

Обязательные требования:

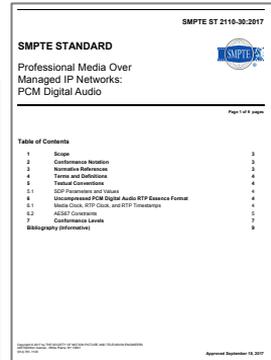
- Устройства должны поддерживать сэмплирование **48 кГц**;
- Длина (время) аудио IP-пакета для всех устройств **ptime = 1 ms**;
- Квантование для всех устройств **16 и 24 bit**;
- **1- 8 каналов** в одном потоке для всех устройств.

Возможности:

- Устройства могут поддерживать **44.1 кГц** и/или **96 кГц**;
- Отправка большими потоками - 2, 4 или 8 каналов на поток
- Маршрутизация сразу всех каналов потока одновременно;
- Downstream предпочтительнее для всех каналов одновременно
- Возможность использования больших потоков (до 64 каналов) *Dolby Atmos, Multi-Dimensional Audio*



Автор рисунка: Д.Ильин - собственная работа, based on File:Pcm.svg by Ktims, Aquegg~commonswiki, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=46944682>



PCM audio, pulse-code modulation audio, импульсно-кодовая модуляция аудиосигнала, ИКМ – алгоритм представления аналогового сигнала в цифровом виде.

- Аналоговый сигнал дискретизируется через равные промежутки времени (с заданной частотой – обычно до 48, 96, 192 кГц) и представляется в двоичном виде с заданной точностью - разрядностью в битах от 12 до 24 бит.
- Применяется в CD, Blu-ray, в некоторых цифровых телефонных системах и в ряде форматов потребительского и профессионального цифрового медиапроизводства.

ptime – время пакета, длительность аудиоданных на пакет в миллисекундах

Длина (время) аудио IP-пакета для всех устройств **ptime = 1 ms**;

- кол-во байт Payload в RTP-пакете, но не более 1440 байт/пакет:

[байт/сэмпл] x [кол-во каналов] x [сэмпл за время *ptime*]
дилемма:

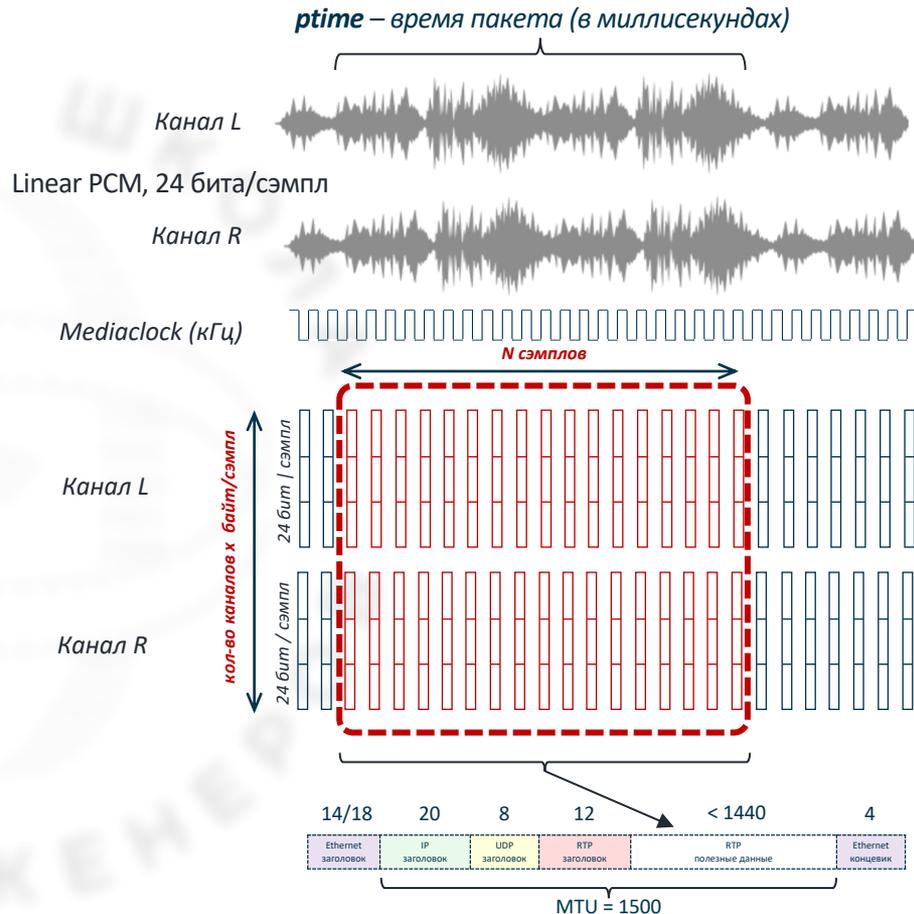
больше *ptime* = больше задержка

меньше *ptime* = больше оверхэд -> рост трафика

Например, кол-во байт Payload в RTP-пакете (Linear PCM):

16 бит / 2 ch / 1ms@48кГц	48 сэмплов = 1536 бит = 192 байта
24 бит / 2 ch / 1ms@48кГц	48 сэмплов = 2304 бит = 288 байт
24 бит / 8 ch / 1ms@48кГц	48 сэмплов = 9216 бит = 1152 байта
24 бит / 10 ch / 1ms@48кГц	48 сэмплов = 11520 бит = 1440 байт
16 бит / 2 ch / 4ms@48кГц	192 сэмпла = 6144 бит = 768 байт
24 бит / 2 ch / 1ms@96кГц	96 сэмплов = 4608 бит = 576 байт
24 бит / 64 ch / 0.15ms@48кГц	7 сэмплов = 10752 бит = 1344 байт

NB! кол-во сэмплов в RTP-пакете для 44.1 кГц определено как и для 48 кГц



Стандарт ST 2110-31 описывает формат полезной нагрузки RTP-пакета для передачи сигналов AES3 по IP-сетям.

AES3 – (AES/EBU) — стандарт последовательной цифровой передачи и интерфейсов для двух каналов цифровых аудиоданных с периодической выборкой и линейным представлением цифровых звуковых сигналов между аудиоустройствами. Разработан Обществом звукоинженеров (AES) и Европейским вещательным союзом (EBU).

NB! В современном медиапроизводстве формат AES3 активно применяется для передачи non-PCM аудиосигналов: AC-3, MPEG-1 (Layer I, II и III), MPEG-2 (Layer I, II, III), MPEG-2 AAC, MPEG-4 HE-AAC, Dolby E, а также для передачи вспомогательных данных SMPTE KLV data, Captioning Data, Timestamp Data, Null Data, Pause Data и т.д.

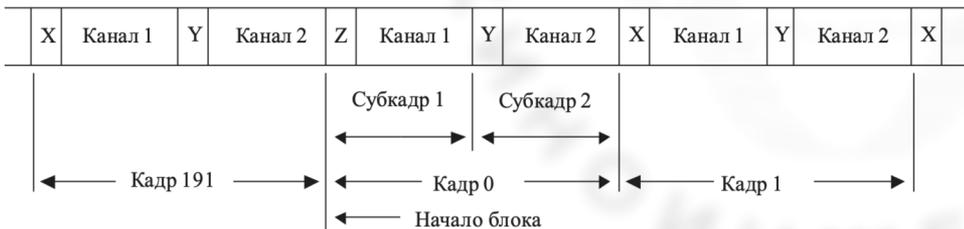
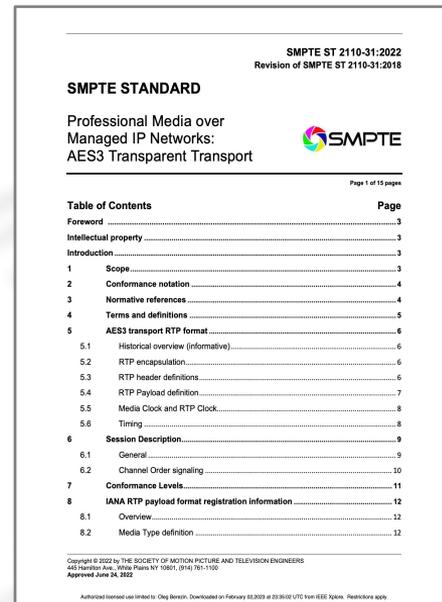


Рис. Формат кадра AES

ST 2110-40 определяет способ инкапсуляции служебных данных, используемых в последовательных интерфейсах SDI, определенных стандартом SMPTE ST 291 и зарегистрированных в регистре SMPTE-RA.

Цель ST 2110-40 – способствовать более простой миграции медиаданных от SDI к IP в эпоху существования гибридных медиасистем.

Некоторые типы служебных данных ANC (всего зарегистрировано 76 типов)

- данные позиционирования камер;
- данные аудиопакетов основных вложенных embedded аудиоканалов;
- метаданные Dolby E;
- данные видеозаписи;
- сообщения Link Encryption;
- метаданные в формате KLV;
- данные key-кодов киноплёнки или источника видео;
- субтитры, например CEA-608, CEA-708, OP-47 и т.д.;
- данные описания программы;
- адресно-временной код timecode;
- описание актуального формата изображения Active Format Description;
- метки вставки рекламы, например SCTE 104.

SMPTE ST 2110-40:2023
Revision of SMPTE ST 2110-40:2018

SMPTE STANDARD

Professional Media over
Managed IP Networks:
SMPTE ST 291-1 Ancillary Data 

Page 1 of 11 pages

Table of contents	Page
Foreword	2
Intellectual Property	2
Introduction	2
1 Scope	3
2 Conformance Notation	3
3 Normative References	4
4 Terms and Definitions	4
5 ANC Data Packet RTP Payload Format	5
5.1 Overview (Informative)	5
5.2 RTP Payload Format	5
5.2.1 General Requirements	5
5.2.2 Indication of SDI Location Information	5
5.2.3 Receivers which construct SDI outputs	6
5.3 RTP Clock	6
5.4 RTP Timestamps	6
5.5 Keep Alive	6
6 Timing Model	7
6.1 General	7
6.2 Definitions of Time Offsets	7
6.2.1 Location-Based Time Offset	7
6.2.2 Earliest Packet Time Offset	7
6.3 Frame and Field Start Times	9
6.4 Low-Latency Transmission Model	9
6.5 Compatible Transmission Model (CTM)	9
7 Session Description Protocol (SDP)	10
Bibliography (informative)	11

Copyright © 2023 by THE SOCIETY OF MOTION PICTURE AND TELEVISION ENGINEERS
410 Northern Ave., West Nyack, NY 10994, USA. NY 1100
Approved June 24, 2022
Authorized format use limited to: Oleg Berezin. Downloaded on April 10, 2025 at 21:51:38 UTC from IEEE Xplore. Restrictions apply.

Все типы используемых служебных данных, передаваемых в интерфейсах SDI регистрируются в регистре SMPTE-RA, расположенном по адресу (внимание, это новый адрес!) <https://smpte-ra.org/smpte-ancillary-data-smpte-st-291/>

ANC Data, служебные данные – передаются в двух областях SDI сигнала:

HANC – область служебных данных ANC горизонтального интервала (в неактивной области строк);

VANC – область служебных данных ANC вертикального интервала (в межкадровом пространстве)

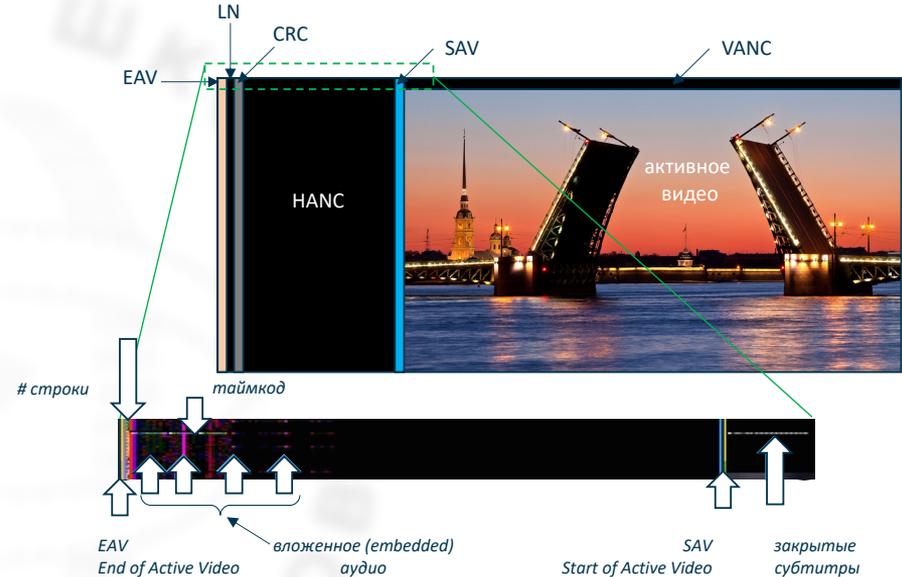
Область служебных данных в SDI – область, неиспользуемая основными видеоданными (активной частью изображения) или сигналами синхронизации.

Служебные данные не размещаются в области switching point – точки монтажа, включая область допуска вокруг этой точки между кадрами видеосигнала (switching line VACC space)

HANC, область служебных данных ANC горизонтального интервала – область, расположенная между точками EAV и SAV телевизионной строки

- для быстрых данных: синхронизируемых к определенной строке (напр., аудиоданные и т.д.)

VANC, область служебных данных ANC вертикального интервала – область, расположенная между точкой EAV последней строки текущего кадра (поля) и точкой SAV последующего кадра/поля - для медленных данных (закрытые субтитры, VPID и т.д.)



Основой ST 2110-40 является Стандарт Интернета RFC 8331 «Полезные данные RTP-пакета для передачи служебных данных сигналов SDI стандарта SMPTE ST 291»

Передача служебных данных в ST 291

- используются ANC пакеты содержащие 10-битные слова
- ADF**, Ancillary Data Flag – маркер начала пакета ANC (3 слова)
- два типа пакетов:
 - Type-1**, определяется одним словом данных **DID** – Data ID, идентификатором данных, зарегистрированным в SMPTE-RA).
Второе слово для пакета Type 1 – **DBN**, data block number – номер блока данных;
 - Type-2**, определяется одним словом данных **DID** и дополнительно Вторым Data ID – Secondary Data ID (**SDID**), зарегистрированным также в SMPTE-RA).
- DC**, Data Count – счетчик слов пользовательских данных UDW
- UDW**, User Data Word – пользовательские данные (до 255 слов в одном ANC-пакете)
- CS**, Checksum – контрольная сумма

Пакет служебных данных ANC Data (ST 291-1)



RTP-пакет служебных данных ANC Data (ST 2110-40)



NB! «Номер строки» и «Офсет» указываются по кадру SDI!!!
(не совпадает с ST 2110, где отчет идет только для активного видео)
DID/SDID/DC/UDW/CS – все 10-бит слова (как в ST 291)

- Стандарт предназначен для передачи метаданных любого типа, несформированных как служебные данные ST 291.
- Каждый тип метаданных требует своего описания.
- Поддержка потоков метаданных как самостоятельных сущностей (не ассоциированных ни с одним из потоков основных аудио или видео сущностей);
- Описывает формат полезной нагрузки RTP-пакета (FMX-payload) для объектов технических метаданных, ассоциированных с ST 2110, например:
 - 2110-20: Передача значений параметров медиаформата (атрибуты *fntp* в SDP) для потока
 - 2110-30/31: Передача значений *ptime* и данных о количестве аудиоканалов
 - 2110-40: Передача тегов типа видеоформата (байт VPID – Video Payload ID)
 - для всех типов потоков 2110: Может передаваться Отправитель ID и/или ID Потока (спецификация AMWA)
 - передача синхронизированных метаданных аудиопотоков Metadata Guided Audio MGA

SMPTe ST 2110-41:2024

ST SMPTe STANDARD

Professional Media over
Managed IP Networks:
Fast Metadata Framework

Page 1 of 14 pages

Table of Contents	Page
Foreword.....	3
Intellectual Property.....	3
Introduction.....	3
1 Scope.....	3
2 Conformance Notation.....	3
3 Normative References.....	4
4 Terms and Definitions.....	4
5 RTP Payload Format Framework.....	5
5.1 General Provisions.....	5
5.2 RTP Header.....	5
5.3 RTP Timestamps.....	6
5.4 RTP Payload Format.....	6
6 SDP Signaling.....	7
7 Network Compatibility Model.....	8
8 Data Item Type Allocation and Registration.....	9
8.1 Public Registry.....	9
8.2 SMPTe Data Item Types.....	9
8.3 Other User Organization Data Item Types.....	9
8.4 Private Data Item Types.....	9
8.5 Reserved Data Item Types.....	9
8.6 Experimental Data Item Types.....	9
9 IANA RTP Payload Format Registration Information.....	10
9.1 Overview.....	10
9.2 Media Type Definition.....	10
9.2.1 Type and Subtype Names.....	10
9.2.2 Required Parameters.....	10
9.2.3 Optional Parameters.....	10
9.2.4 Encoding Considerations.....	10
9.2.5 Security Considerations.....	10

Copyright © 2024 by THE SOCIETY OF MOTION PICTURE AND TELEVISION ENGINEERS
445 Hamilton Ave., White Plains NY 10601, (914) 761-1100
Approved March 8, 2024

- ST 2110-43** определяет передачу открытых и закрытых субтитров, описанных Языком разметки синхронизированного текста (TTML) в реальном времени RTP-пакетами в IP-сетях в соответствии с требованиями стандарта ST 2110-10
- Синхронизированный текст должен быть выражен в TTML2;
 - TTML передается в полезной нагрузке RTP-пакетов в соответствии с IETF RFC 8759;
 - Атрибут типа медиа **m=application**; подтип медиа **ttml+xml**
 - Формат атрибутов **fntp** в SDP должен соответствовать IETF RFC 8759;
 - Атрибут **timeBase** должен содержать данные, необходимые для обеспечения функционала **#rtp-relative-media-time** в соответствии с IETF RFC 8759. В комбинации с временной меткой RTP-пакета, содержащего документ TTML, данные атрибута **timeBase** обеспечивают координацию момента предъявления документа TTML с временной шкалой Часов (счетчика) RTP;
 - RTP-поток и SDP должны соответствовать требованиям и ограничениям ST 2110-10;
 - Формат TTML должен соответствовать одному из Профилей TTML2;
 - Частота Генератора основного времени для генерации временной метки RTP – 90кГц;
 - Для поддержки режима «признак жизни» допустимо использование пустых пакетов с битом Маркера M = 1.
 - Офсет между Медиа Часами и RTP-часами должен быть нулевым;
a=mediaclock:direct=0

SMPTE STANDARD
Professional Media Over
Networks:
Timed Text Markup Language for
Captions and Subtitles

Page 1 of 9 pages

Table of Contents	Page
Foreword	2
Introduction	3
1 Scope	3
2 Normative References	3
3 Terms and Definitions	4
4 Transport of Timed Text Markup Language	4
4.1 General	4
4.2 Additional constraints	4
4.3 Usage also mechanisms	4
5 (Informative) Timing	5
5.1 TTML2 document	5
5.2 Synchronization with related media streams	5

Copyright © 2021 by THE SOCIETY OF MOTION
PICTURE AND TELEVISION ENGINEERS
4500 Wilson Blvd., Suite 1000
Falls Church, VA 22041-4302
USA
Approved May 14, 2021

```
...  
m=application 30000 RTP/AVP 112  
a=rtpmap:112 ttml+xml/90000  
a=fntp:112 charset=utf-8;codecs=im2t  
...
```

Фрагмент SDP файла Передатчика ST 2110-43

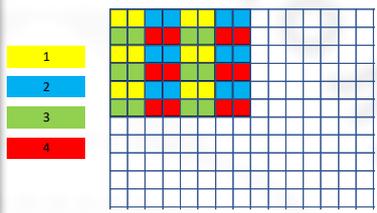
Основная идея Рекомендованной Практики RP 2110-23 – создание системы, в которой несколько потоков с низким битрейтом могут быть использованы для передачи одного видеопотока с большим битрейтом, например,

- UHD1/4K, UHD2/8K
 - видео с высокой частотой кадров (SuperMotion, SlowMo)
- RP 2110-23 описывает методологию разделения потоков
- **2SI**, two-sampling intervening, двухсэмповое прореживание в пространстве;
 - **SD**, Square Division, разбиение на квадранты, но *нерекомендуемая* практика для применения в новых системах);
 - **Phased**, фазовое прореживание во времени;

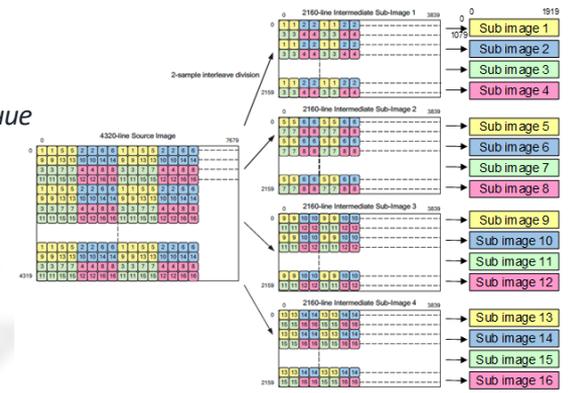
NB! Каждый поток должен сопровождаться соответствующим SDP.

Требования к временной метке (timestamp) определяются для каждого метода.

2SI, двухсэмповое прореживание

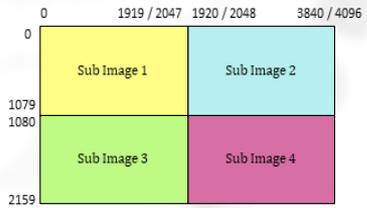


разделение потока UHD1/4K (3840 x 2160) на 4 HD потока -20 (ST 425-5)

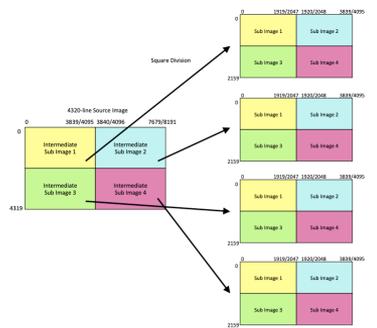


разделение потока UHD2/8K (7680 x 4320) на 4 потока -20 (ST 2082-12) и затем, каждый 4K на 4 HD потока (всего 16)

SD, разбиение на квадранты



разделение потока UHD1/4K (3840/4096 x 2160) на 4 HD потока -20 (ST 435-1)



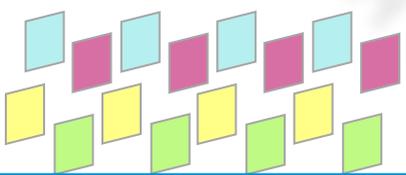
разделение потока UHD2/8K (7680/8192 x 4320) на 4 потока -20 (ST 435-1) и затем, каждый 4K на 4 HD потока (всего 16)

Phased, фазовое прореживание

видеосигнал
200 к/сек



видеопотоки
по 50 к/сек



РТР

**ШКОЛА
ИНЖЕНЕРОВ
КИНО И ТВ**



POWERED BY



ОСНОВАНА В 2016 ГОДУ

WWW.MPE-EDU.RU

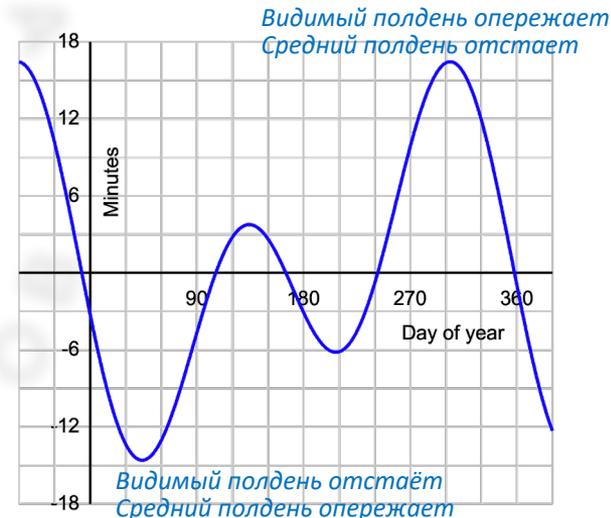
Дополнительное профессиональное образование для инженеров телевидения, киноиндустрии и онлайн-медиа сервисов

Видимое Солнечное Время – базируется на наблюдении меридианного прохождения Солнца в точке наблюдения. Например, полдень – в момент верхней кульминации Солнца. ВСВ не постоянно не только из-за неравномерности вращения Земли (такие тонкости в древности измерить не могли), а в первую очередь из-за наклона оси вращения Земли к плоскости её орбиты и эксцентриситета (смещения центра) эллиптической орбиты Земли.

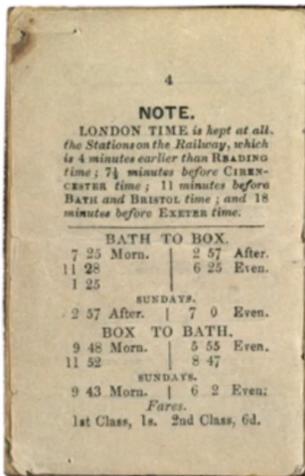
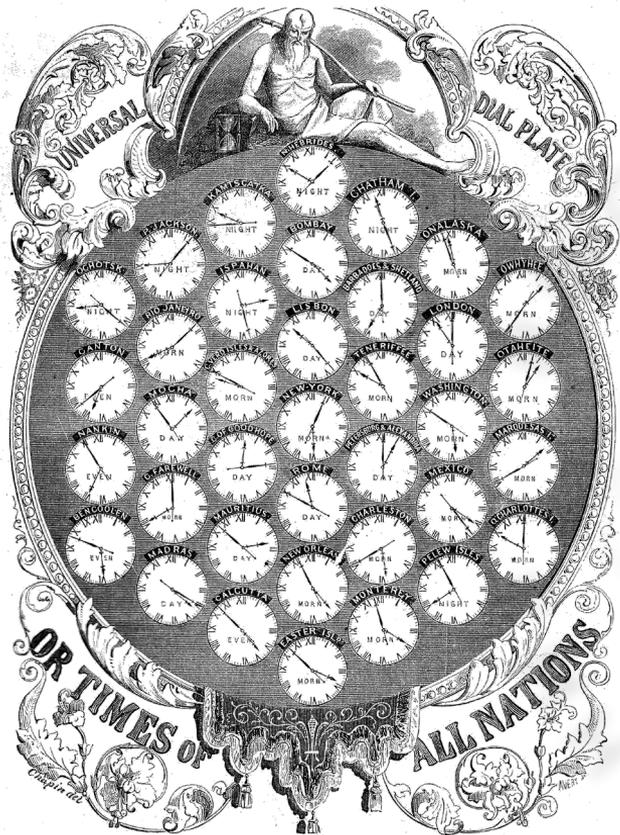
Среднее Солнечное Время – введено для большей стандартизации Видимого Солнечного Времени. Базируется на математическом уравнении «концепции фиктивного среднего Солнца», которое совершило бы один оборот вдоль небесного экватора за тот же интервал времени, когда реальное Солнце совершит свое годовое движение по эклиптике.

Среднее солнечное время – усредненное Видимое Солнечное Время за год. Максимальное время, на которое Видимый Полдень опережает Средний Полдень – 3/11 (16,5 мин). Минимальный (когда Видимый Полдень отстает) – 12/02 (14.5 мин.)

Местное Среднее Солнечное Время – время, установленное на основе Среднего солнечного времени и усредненное для определенной местности (города, области)



Уравнение времени



Примечание к расписанию движения поездов

Везде [в расписании] указано Лондонское время, которое: на 4 минуты раньше чем в Рединге, на 7,5 минут раньше времени в Сайренсестере на 11 минут раньше чем время в Бате и Бристоле и на 18 минут раньше времени в Эксетере



Англия: с 1840 единое железнодорожное время, –> Лондонское время (1847), а привычные нам часовые пояса начали вводиться в 1884 г.

США: до введения поясного времени (1883) – использовалось более 300 установленных значений местного солнечного времени в разных городах страны.

Россия: единое ж/д-время до начала XX века не устанавливалось. Например, для ж/д сообщения между Санкт-Петербургом и Москвой в расписании использовалось местное солнечное время города отправления. Единое ж/д время появилось в России одновременно с началом введения часовых поясов в 1919 году.

А. Иванов. Бронепароходы.

1918 г. среднее местное солнечное время: разница времени между Нижним Новгородом и Пермью **46 минут**

Местное среднее солнечное время в городах в один момент в 1853 году

Эфемеридное Время (ЕТ) – равномерная шкала времени, основанная на определении секунды, введённом в 1952 году на 8-м съезде Международного астрономического союза, которое не зависит от изменяющейся скорости вращения Земли.

Введено как основная единица времени СИ в 1960 году, но в 1967 году была признана нерациональной и единица времени СИ стала опираться на атомное время. $ET = UT + \Delta T$, где ΔT – поправка на вековое замедление вращения Земли, которую в наше время определяют измерением положения Земли относительно внегалактических радиоисточников.

С 1984 года шкала эфемеридного времени (ЕТ) заменена двумя шкалами **Динамического Времени (DT)**:

Земное Динамическое Время (TDT), равное по масштабу ЕТ, отнесено к центру масс Земли и служит независимым аргументом видимых геоцентрических эфемерид, в том числе при определении эфемерид искусственных спутников Земли (ИСЗ)

Барицентрическое Динамическое Время (TDB), которое учитывает движение центра масс Солнца вокруг центра масс всей Солнечной системы (барицентра Солнечной системы). Отнесено к барицентру Солнечной системы и является аргументом дифференциальных уравнений всех гравитационных теорий движения тел Солнечной системы.

Различие TDB и TDT состоит в периодических вариациях масштаба с амплитудой 0,00166 с.

За период 1991—2006 гг. из-за сложностей и несогласованностей базовых определений шкалы TDB и TDT были переопределены и заменены, соответственно, на **Геоцентрическое Координатное Время (TCG)** и **Барицентрическое Координатное Время (TCB)**, которые и применяются в настоящее время.

Эти шкалы отражают темп времени, скорректированного в соответствии с общей теорией относительности к часам, покоящимся относительно соответствующей нуль-точки вне гравитационного колодца Земли и Солнечной системы, соответственно. Из-за этого темп хода времени в данных шкалах несколько выше, чем скорость хода атомных часов на поверхности Земли, и соответственно они расходятся с локально определённым Международным Атомным Временем (TAI) линейно с некоторым колебаниями.

Для учёта этого обстоятельства определена также шкала **Земного Времени, Terrestrial Time (TT)**, заменяющая TDT и выводимая как такое линейное рещкалирование TCG, чтобы TT давала среднюю длительность секунды, совпадающую с секундой Атомного Времени (TAI), а также переопределена шкала Барицентрического Динамического Времени (TDB) как линейное рещкалирование TCB с аналогичными свойствами.

Wikipedia, несоветская энциклопедия.

Универсальное [Всемирное] Время (UT) – шкала времени, основанная на вращении Земли. Универсальное Время UT является современной заменой **Среднего Времени по Гринвичу (GMT)**, которое сейчас иногда некорректно используется в качестве синонима для Универсального Координированного Времени (UTC).

UTO – мгновенное время на гринвичском меридиане, определенное по мгновенному положению полюсов Земли относительно квазаров

Универсальное Время (UT1) – основная версия Универсального Времени (UT).

Фактически UT1 - среднее время на гринвичском меридиане.

UT1R, UT2, UT2R – другие версии Универсального Времени (UT)

Универсальное Координированное Время (UTC) – стандарт, по которому общество регулирует часы и время. UTC было введено вместо устаревшего Среднего Времени по Гринвичу (GMT), поскольку шкала GMT является неравномерной шкалой и связана с суточным вращением Земли.

Шкала UTC основана на равномерной шкале Атомного Времени (TAI) и является более удобной для гражданского использования.

Фактически, UTC – это атомная шкала времени, аппроксимирующая время UT1.

Международное Атомное Время (TAI) – время на основе секунды, определенной как длительность 9 192 631 770 периодов излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия-133.

NB! Но, увы, не может быть эталонным временем, так как не имеет физического представления. Решения для определения эталонного времени пока нет.

- Именно в TAI в одних сутках ровно 86'400 секунд!
- Между атомным временем TAI и временем UTC есть сдвиг, но этот сдвиг не постоянный и периодически корректируется.
- С 01 января 2017 года сдвиг: $TAI = UTC + 37.000\ 000$ секунд



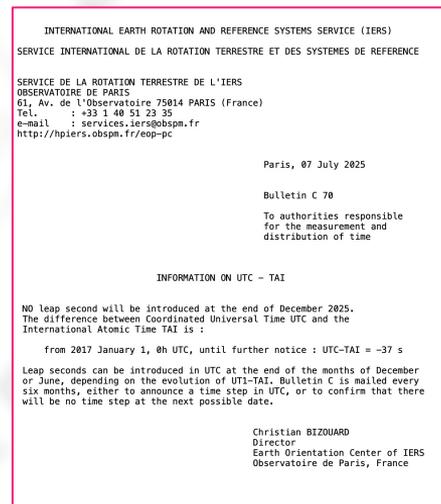
универсальное координированное
время **UTC 15:06:17**



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

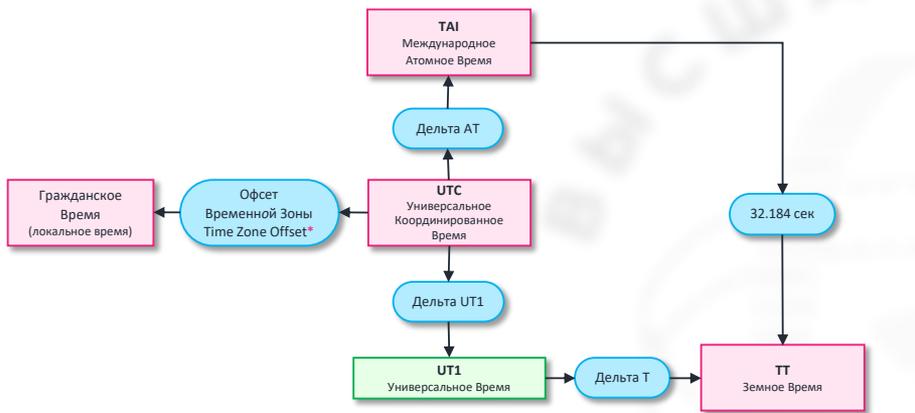
TAI = UTC + 37 сек

* до конца 2025
с 01.01.2017



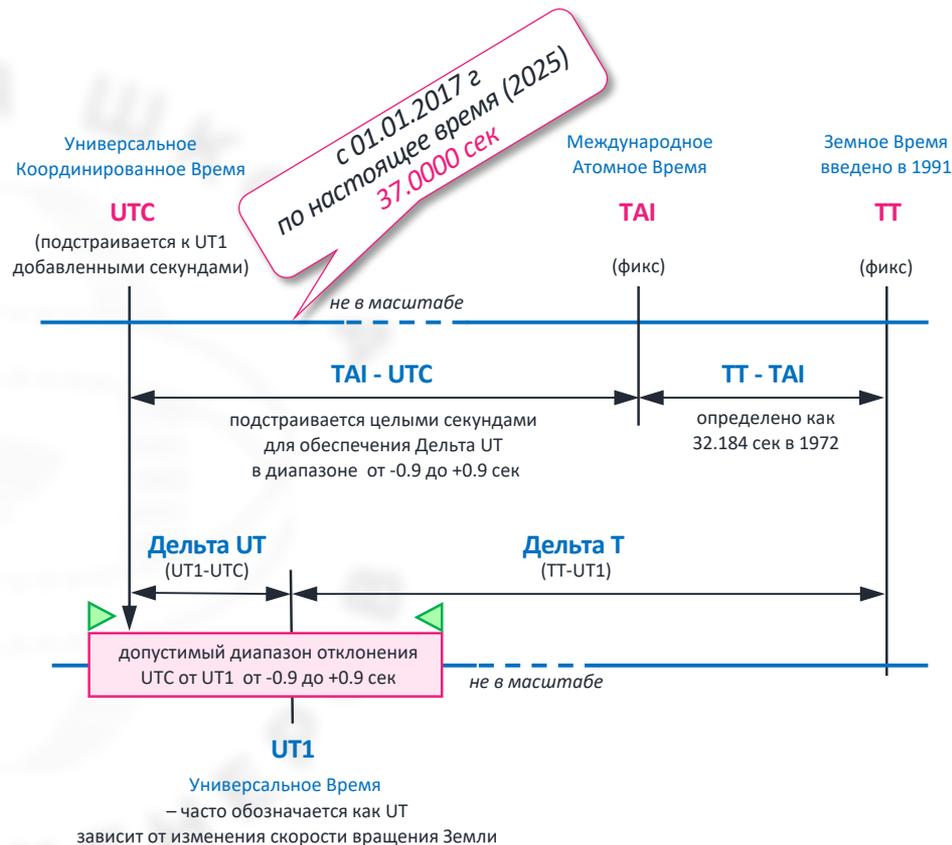
каждые полгода проверяем здесь

<https://datacenter.iers.org/data/latestVersion/bulletinC.txt>



- базируется на вращении Земли
- базируется на атомной секунде СИ

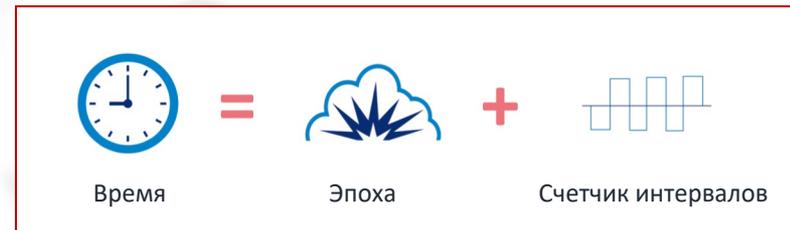
* к западу от нулевого меридиана – положительное значение
к востоку – отрицательное, включая летнее время



- *Время* в цифровом мире – счетчик интервалов, работающий с определенной частотой;
- Для определения *Времени* в любой момент времени нам достаточно знать в этот момент значение счетчика интервалов, отсчитанных от определенного стартового нулевого момента – *Эпохи* (Epoch)
- IP-сети «ничего не понимают» в *частоте*, но они могут передавать значения *счетчиков интервалов* от устройства к устройству;
- IP-сети могут терять пакеты данных, перемешивать их порядок и т.д.;
- Технологии, построенные на счетчиках интервалов называются *Clocks* (англ., – *часы, счетчики тактов*);
- В IP-мире *Clocks* – не столько устройства отображения времени, сколько приборы в понятии *счетчика*, измеряющего время определенными интервалами – *тактами* (*тиками*), отчитываемыми от какого-то определенного момента;
- Для обеспечения синхронизации по IP-сетям Мастер-устройства с Ведомыми устройствами, нам необходимо периодически передавать значение текущего времени определенного момента сигнала – тем самым фактически передавая информацию *частоты* и *фазы*.



Гроссмейстер, также **Великий магистр ордена** (нем. Großmeister) – титул высшего лица и руководителя в рыцарском ордене, как в духовном, так и в светском.



- Счетчик PTP работает от очень высокостабильного Мастер-генератора
- При запуске время может быть произвольным
- при получении внешнего управляющего сигнала Время и Частота устанавливаются от GNSS – приемника
- сформированный на выходе Мастер-часов (GM) пакет PTP передается через сеть к Ведомым часам
- PTP протокол всегда принимает во внимание возможные задержки передачи в сети
- Ведомые часы работают от своего генератора
- Мастер часы периодически каждую 1 секунду отправляют значение Времени Ведомым часам
- При возникновении расхождения Ведомые часы корректируют свой генератор
- При больших расхождениях Ведомые часы (при включении) перестают передавать сигналы Времени и Частоты пока не синхронизируются.
- Как только синхронизация обеспечена, Ведомые часы генерируют тоже Время и Частоту, что и Мастер

PHY (англ. Physical layer — физический уровень) — интегральная схема, предназначенная для выполнения функций физического уровня сетевой модели OSI.



NB! Первая секунда первого часа нового года начинается не с 12-м ударом курантов, а с началом перезвона



Как это было

- Сигнал точного времени передавался по радио: «Передаем сигналы точного времени...»
- С началом шестого сигнала мы устанавливали стрелку минут на 12
- Через день, либо позже, когда у нас возникли сомнения в точности хода, повторяли процедуру - таким образом мы поправляли *фазу* - выравниваем привязки к конкретному моменту времени.
- Маятник обеспечивал постоянство частоты

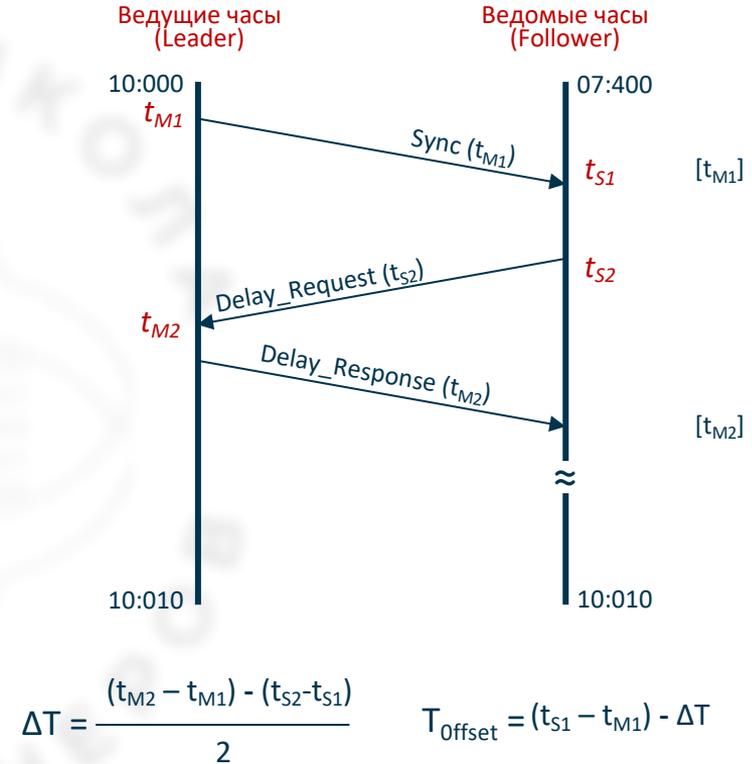
Если Ведущие часы передадут сообщение Ведомым часам с указанием времени, например 10:000 (SS:MMM) и Ведомые часы установят t_{M1} , то время Ведомых часов будет отличаться от Ведущих часов, так как не учитывается время ΔT задержки передачи PTP сообщения.

Для корректной синхронизации часов необходимо вычислить время ΔT задержки передачи сообщения PTP и офсет (сдвиг) T_0

При одношаговой синхронизации реализуется механизм запроса-ответа задержки (Delay request-response mechanism), при котором устройства обмениваются в общей сложности тремя сообщениями:

1. Ведущие часы генерируют сообщение *Sync* в момент t_{M1}
2. Ведомые часы получают сообщение *Sync* (содержащее t_{M1}) в момент t_{S1}
3. Ведомые часы генерируют сообщение *Delay_Request* в момент t_{S2}
4. Ведущие часы получают сообщение *Delay_Request* в момент t_{M2}
5. Ведущие часы отправляют в ответ сообщение *Delay_Response* Ведомым часам с указанием t_{M2}
6. Ведомые часы вычисляют время задержки передачи ΔT и офсет (сдвиг) T_0

NB! Важное допущение: Задержка в сети является симметричной!



Гроссмейстерские часы, Grandmaster Clock (GM) – основные часы, по которым синхронизируется время в системе, которые, как правило, оснащаются приемником сигналов GNSS

Важно: в системе (в одном домене сети) активными могут быть только одни Гроссмейстерские часы.

Обычные Часы, Ordinary Clock (OC) – любые оконечные устройства, использующие синхронизацию по времени.

Обычные Часы имеют только один порт, поддерживающий PTP, через который локальные часы синхронизированы с вышестоящим узлом (режим Ведомых Часов) или распределяются посредством сигналов времени нижестоящим узлам (режим Ведущих Часов).

Ведущие часы, Leader Clock (L или M) – часы, которые выступают в качестве источников точного времени для конечных устройств (ранее – Master Clock)

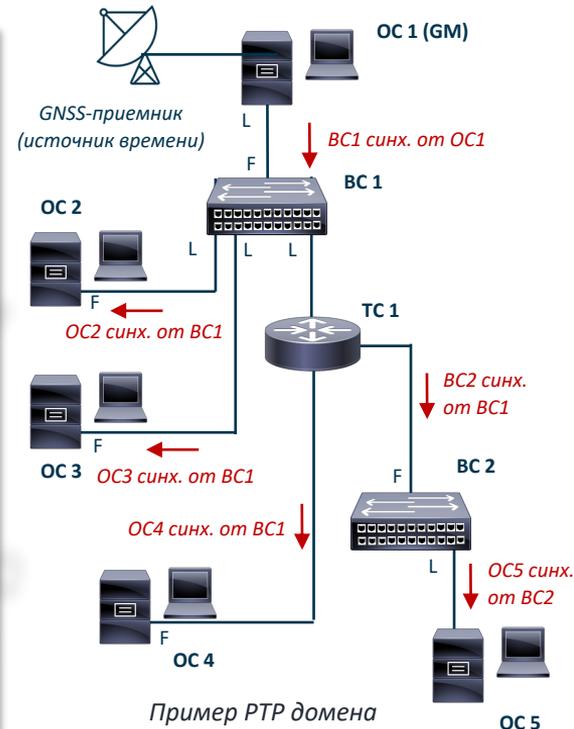
Ведомые часы, Follower Clock (F или S) – конечные устройства, на которых необходимо осуществить синхронизацию времени по протоколу PTP (ранее – Slave Clock)

Граничные часы, Boundary Clock (BC) – маршрутизатор (коммутатор), который выступает в качестве ведомого устройства для Гроссмейстерских часов, и источником точного времени для конечных устройств.

Фактически, это маршрутизатор (коммутатор), раздающий информацию Ведущих Часов на все порты (порты PTP) маршрутизатора (коммутатора).

Могут представлять собой, в том числе, преобразователи сигналов синхронизации выдавая иные типы опорных сигналов 1 PPS, IRIG-B, тактовые сигналы 10 МГц, 100 МГц или 2048 МГц.

Прозрачные часы, Transparent Clock (TC) – маршрутизаторы (коммутаторы), только измеряющие время прохождения сообщений синхронизации сквозь себя и передающие эту информацию другим устройствам на пути передачи сообщений синхронизации.



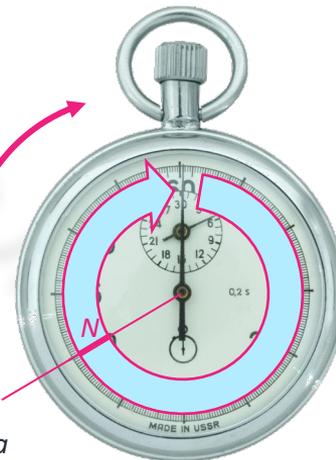
NB! Домен — это несколько разных часов, собранных в одну логическую группу и синхронизированных от одних Ведущих часов, но не обязательно синхронизированных с часами, принадлежащими к другому домену.

Временная метка

- поле метки 32 бита
- счетчик запускается со случайного значения при запуске сессии передачи
- значение обнуляется каждые 2^{32} интервала-тика (*оборот*)
- $2^{32} = 4'294'967'296$ отсчетов
- счетчик тикает с определенным интервалом времени
- временной интервал «тиков» зависит от опорной частоты полезной нагрузки РТ (устанавливается стандартами)
 - видео, MPEG-TS: 90 кГц
 - аудио: 48 кГц или 96 кГц
 - HBRMT (SDI+ в логике ST2022): 27 МГц
- RTP-счетчик временной метки каждого типа РТ имеет разное время обнуления, после которого начинается новый отсчет:
 - 90 кГц видео: **13,256 часов** ($2^{32} / 90'000$)
 - 48 кГц аудио: **24,855 часов**
 - 96 кГц аудио: **12,428 часов**
 - 27 МГц HBRMT (SDI+): около **159 секунд**



полный оборот
счетчика = 2^{32} тиков



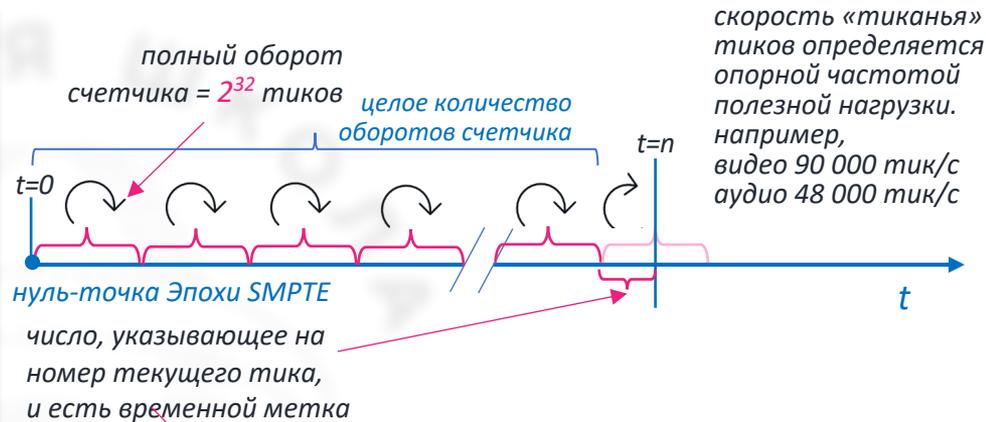
число, указывающее на
номер текущего тика,
и есть временной метка

скорость «тикания»
тиков определяется
опорной частотой
полезной нагрузки.
например,
видео 90 000 тик/с
аудио 48 000 тик/с

октет	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0	V	P	X	CC	M	ТИП ДАННЫХ						НОМЕР ПО ПОРЯДКУ																				
4	ВРЕМЕННАЯ МЕТКА																															
8	ИДЕНТИФИКАТОР ИСТОЧНИКА СИНХРОНИЗАЦИИ SSRC																															
12	ID УЧАСТНИКОВ CSRC (до 15)																															
	ДАННЫЕ ПАКЕТА РАЗЛИЧНОЙ ДЛИНЫ																															

Временная метка

- поле метки 32 бита
- счетчик запускается с начала Эпохи SMPTE (01.01.1970 00:00 TAI)
- значение обнуляется каждые 2^{32} интервала-тика (оборот)
- $2^{32} = 4'294'967'296$ тиков
- счетчик тикает с определенным интервалом времени
- временной интервал «тиков» зависит от опорной частоты полезной нагрузки РТ (устанавливается стандартами)
 - видео, MPEG-TS: 90 кГц
 - аудио: 48 кГц или 96 кГц
 - HBRMT (SDI+ в логике ST2022): 27 МГц
- RTP-счетчик временной метки каждого типа РТ имеет разное время обнуления, после которого начинается новый отсчет:
 - 90 кГц видео: **13,256 часов** ($2^{32} / 90'000$)
 - 48 кГц аудио: **24,855 часов**
 - 96 кГц аудио: **12,428 часов**
 - 27 МГц HBRMT (SDI+): около **159 секунд**



скорость «тикания» тиков определяется опорной частотой полезной нагрузки. например, видео 90 000 тик/с аудио 48 000 тик/с

октет	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0	V	P	X		CC			M		ТИП ДАННЫХ				НОМЕР ПО ПОРЯДКУ																		
4	ВРЕМЕННАЯ МЕТКА																															
8	ИДЕНТИФИКАТОР ИСТОЧНИКА синхронизации SSRC																															
12	ID УЧАСТНИКОВ CSRC (до 15)																															
	ДАННЫЕ ПАКЕТА РАЗЛИЧНОЙ ДЛИНЫ																															



Временная метка

- поле метки 32 бита
- счетчик запускается с начала Эпохи (01.01.1970 00:00 TAI)
- значение обнуляется каждые 2^{32} и
- $2^{32} = 4'294'967'296$ тиков
- счетчик тикает с определенным интервалом
- временной интервал «тиков» зависит от полезной нагрузки РТ (устанавливается):
 - видео, MPEG-TS: 90 кГц
 - аудио: 48 кГц или 96 кГц
 - HBRMT (SDI+ в логике ST2092): 27 МГц
- RTP-счетчик временной метки как и любой другой имеет разное время обнуления, после которого происходит новый отсчет:
 - 90 кГц видео: **13,256 часов**
 - 48 кГц аудио: **24,855 часов**
 - 96 кГц аудио: **12,428 часов**
 - 27 МГц HBRMT (SDI+): **около 10 минут**

INTERNATIONAL EARTH ROTATION AND REFERENCE SYSTEMS SERVICE (IERS)
SERVICE INTERNATIONAL DE LA ROTATION TERRESTRE ET DES SYSTEMES DE REFERENCE

SERVICE DE LA ROTATION TERRESTRE DE L'IERS
OBSERVATOIRE DE PARIS
61, Av. de l'Observatoire 75014 PARIS (France)
Tel. : +33 1 40 51 23 35
e-mail : services.iers@obspm.fr
http://hpiers.obspm.fr/eop-pc

Paris, 07 July 2025

Bulletin C 70

To authorities responsible for the measurement and distribution of time

INFORMATION ON UTC - TAI

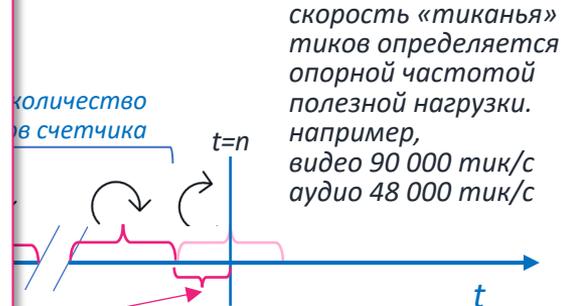
NO leap second will be introduced at the end of December 2025.

The difference between Coordinated Universal Time UTC and the International Atomic Time TAI is :

from 2017 January 1, 0h UTC, until further notice : UTC-TAI = -37 s

Leap seconds can be introduced in UTC at the end of the months of December or June, depending on the evolution of UT1-TAI. Bulletin C is mailed every six months, either to announce a time step in UTC, or to confirm that there will be no time step at the next possible date.

Christian BIZOUARD
Director
Earth Orientation Center of IERS
Observatoire de Paris, France



12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
АННЫХ					НОМЕР ПО ПОРЯДКУ														
ВРЕМЕННАЯ МЕТКА																			
ИДЕНТИФИКАТОР ИСТОЧНИКА СИНХРОНИЗАЦИИ SSRC																			
ИДЕНТИФИКАТОР УЧАСТНИКОВ CSRC (до 15)																			
КОДИРОВАННЫЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ПРАВИЛ РАЗЛИЧНОЙ ДЛИНЫ																			

Вычисление Временной метки RTP. Пример

при синхронизации по протоколу точного времени RTP

1. **T** = кол-во секунд с начала эпохи SMPTE от 00ч00м 01.01.1970 TAI = сек по шкале UTC (кол-во дней x 86'400 + кол-во секунд текущих суток)
2. **N** = кол-во сек с начала эпохи SMPTE по шкале TAI = T + 37 сек
3. **F** = частота медиа часов в Гц
4. **TS** = остаток от значения (N x F) / 2³², т.е. [N сек] x [F частота часов в Гц] по модулю 2³²

$$TS = \text{mod } 2^{32} (N \times F)$$

NB! 2³² = 4 294 967 296

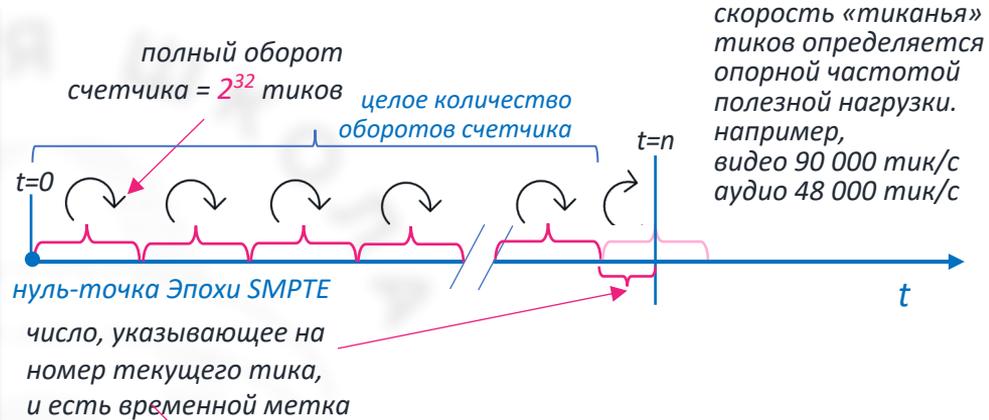
Например, временная метка для RTP-пакета видео в момент 00ч00м 09.05.2020 (UTC)

$$N = [18'391 \text{ день} \times 86'400 \text{ сек/день}] + 37 = 1'588'982'437 \text{ сек}$$

$$TS = \text{mod } 2^{32} (1'588'982'437 \times 90'000) = 3188242384_{10}$$

или так: N x F = 143 008 419 330 000 тиков всего прошло
 143 008 419 330 000 / 2³² = 33 296,74232052.... оборотов
 143 008 419 330 000 – (33 296 * 2³²) = 3188242384₁₀

кол-во целых оборотов счетчика с начала Эпохи SMPTE

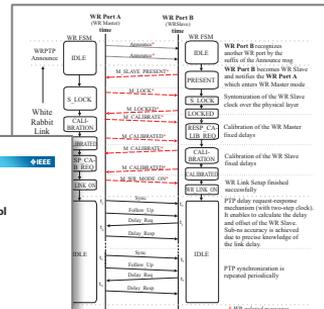
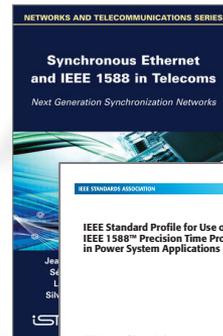


скорость «тикания» тиков определяется опорной частотой полезной нагрузки. например, видео 90 000 тик/с аудио 48 000 тик/с

октет	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0	V	P	X	CC	M	ТИП ДАННЫХ						НОМЕР ПО ПОРЯДКУ																				
4	ВРЕМЕННАЯ МЕТКА																															
8	ИДЕНТИФИКАТОР ИСТОЧНИКА СИНХРОНИЗАЦИИ SSRC																															
12	ID УЧАСТНИКОВ CSRC (до 15)																															
	ДАННЫЕ ПАКЕТА РАЗЛИЧНОЙ ДЛИНЫ																															

- Стандарт IEEE 1588 «Протокол точного времени PTP» имеет достаточно много «гибких» параметров, которые необходимо настроить, *например*:
 - опции BMCA;
 - механизм измерения задержки;
 - интервалы и начальные значения всех конфигурируемых параметров
 - и т.д.
- Несмотря на то, что устройства PTP совместимы между собой, на практике это не так: устройства должны иметь одинаковые (совместимые) настройки, чтобы взаимодействовать.
- Для спецификации настроек для определенных сфер применения используют профили PTP.
- **Профили** являются группами сконфигурированных настроек и определенных ограничений протокола, чтобы можно было реализовать синхронизацию времени для определенного приложения.
- **Профиль** – набор правил (rules) и ограничений (constrains), определенный для применения стандарта в конкретной области народного хозяйства.
- Стандарт IEEE-1588v2 описывает только «Default Profile» - Профиль по умолчанию. Все остальные профили созданы и описаны различными организациями и ассоциациями. *Например*,
 - Профиль White Rabbit – проект CERN (Адронный коллайдер БАК);
 - PTPv2 Power Profile IEEE C.37.238 – электроэнергетика;
 - ITU-T G.8265.1/Y/1365/1 – телекоммуникации и т.д.

В области медиаиндустрии применение PTP для синхронизации и «Профиль SMPTE» протокола PTP IEEE 1588 определены стандартами SMPTE ST 2059-1 и 2059-2



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

Page 1 of 33 pages

Table of Contents	Page
Foreword	2
Intellectual Property	2
Introduction	2
1 Scope	3
2 Conformance Notation	3
3 Normative References	4
4 Definition of Terms and Acronyms	5
5 Nomenclature	7
5.1 Address Operators	7
5.2 Variable Names	7
6 SMPTE Epoch and Signal Alignment	10
6.1 SMPTE Epoch	10
6.2 Signal Alignment	10
7 Video Signal Generation	11
7.1 Analog Standard Definition Television	11
7.2 Digital Standard Definition Television Interfaces	13
7.3 Analog High Definition Television	13
7.4 Digital High Definition and Ultra High Definition Television Interfaces	14
8 Audio Signal Generation	17
8.1 AES3 Digital Audio	17
8.2 Analog Interim Alignment Code	17
9 SMPTE ST 12-1 Time Code Generation	18
9.1 Generation of SMPTE ST 12-1 LTC Code	18
9.2 Generation of the SMPTE ST 12-1 LTC Code	20
9.3 Generation of the SMPTE ST 12-1 Time-of-Day Time Address Value	20
Annex A (Informative) Alignment Pulse Timing	32
A.1 Variable names	32
A.2 Alignment points in general	32
A.3 Next alignment point	32
Bibliography (Informative)	33

Copyright © 2021 by THE SOCIETY OF MOTION PICTURE AND TELEVISION ENGINEERS and related entities. White Plains, NY 10611. SMPTE ST 2059-1

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

Page 1 of 22 pages

Table of Contents	Page
1 Scope	4
2 Conformance Notation	4
3 Normative References	4
4 Definition of Terms and Acronyms	5
5 Back Cover	7
6 PTP Profile	7
6.1 Profile Identification	7
6.2 BMCA	7
6.2 Management Mechanism	7
6.4 Path Delay Measurement Mechanism	8
6.5 PTP Possible Values	8
6.6 One-day and two-day Clocks	10
6.7 Clock Transport Mechanisms or Protocols	11
6.8 Basic System Requirements	11
6.9 Transport Mechanisms Permitted	11
6.10 Transport Mechanism	12
6.11 PTP Options	13
6.12 Organization Extension TLV Synchronization Metadata	14
6.13 Swapping System SM TLV Values	18
Annex A (Normative) Calculation of timeOffsetMechanism	21
Bibliography (Informative)	22

Copyright © 2021 by THE SOCIETY OF MOTION PICTURE AND TELEVISION ENGINEERS and related entities. White Plains, NY 10611. SMPTE ST 2059-2



NMOS

**ШКОЛА
ИНЖЕНЕРОВ
КИНО И ТВ**



POWERED BY



ОСНОВАНА В 2016 ГОДУ

WWW.MPE-EDU.RU

Дополнительное профессиональное образование для инженеров телевидения, киноиндустрии и онлайн-медиа сервисов

Стандарты SMPTE ST 2110 – важны, но они определяют только Плоскость Данных (Data Plane) – формирование медиапоток, параметры RTP...

Не менее важна *логика* поведения Устройств и управление Устройствами – **Плоскость Управления**

Как устройства понимают свои адреса хостов, сетевых шлюзов, масок сети?

Как устройства понимают, что Устройство запущено в уже сконфигурированной системе (Re-Start) либо Устройство часть новой системы (Fresh-Start), например, для Устройства взятого в аренду, т.е. как Устройство понимает, что можно доверять выставленным установкам конфигурации?

Как устройства понимают какой домен RTP предпочтительнее, какие интервалы Announce и Timeout?

Как устройства находят сервис Регистрации Устройств и какое значение Heartbeat предпочтительно?

Как устройства узнают какие адреса использовать для multicast?

Как Приемники понимают какой и от кого принимать медиапоток?
и так далее... вопросы, вопросы, вопросы...



Спецификации AMWA NMOS

- ЭТО НЕ про 2110, IMPX, RIST, NDI, JPEG XS
- ЭТО НЕ стандарты передачи данных
- ЭТО НЕ формат AV-сигнала
- ЭТО НЕ то, что можно купить!*



AMWA NMOS – это о том, как устройства нашего медиакомплекса, объединенные общей сетью, ПОНИМАЮТ друг друга!

- Как Устройства узнают свои адреса хостов, сетевых шлюзов, масок в сети?
- Как Устройства понимают, что Устройство запущено в уже сконфигурированной системе (Re-Start); либо Устройство часть новой системы (Fresh-Start), например, для Устройства взятого в аренду. т.е. как Устройство понимает, что можно доверять выставленным установкам конфигурации?
- Как Устройства выбирают параметры RTP (при его наличии)?
- Как Устройства находят Регистр узлов?
- Как Устройства узнают какие адреса использовать для мультикаста?

* но можно купить устройства, поддерживающие API AMWA NMOS

Current Membership

The companies below see a commercial value in membership, to help their business grow and prosper.

Principal Members

General Members

Associate Members

AJA Video	Aperi	Apple
Atos	Axon Digital Design	Barco Xilix
BFE	Calrec Audio	Canal+
Dalet	dB Broadcast	Deltacast
DHD audio	DirectOut	Evertz
EVS	Gefei	Harmonic
IML	Interra Systems	IRT
KMH	KBS	Lawo
Leader	Macnica	Matrox
Media Links	Mellanox Technologies	MOG Solutions
NEC	NEP Group	Net Insight
Nevion	NHK	Panasonic
Pebble Beach	Riedel	Ross Video
Signiant	Sobey	Stordis
Streampunk Media	SuitcaseTV	Tedial
Tektronix	Telstra	TFI
The Telos Alliance	UR	Vidispine
Vizrt	Yamaha	Yle

To join or for further information
AMWA.tv NMOS.tv
Neil.Dunstan@AMWA.tv

Индустриальные сообщества продвижение и обучение



Индустриальные сообщества рабочие группы детализация спецификаций



Advanced Media Workflow Association is a open, community-driven forum, advancing business-driven solutions for Networked Media workflows.



JT-NM

Индустриальные стандарты отраслевая специфика



Общие стандарты



AMWA – открытая площадка для дискуссий и коммуникации в области бизнеса, управления и технологий в сфере индустрии электронных медиа. AMWA объединяет производителей и пользователей оборудования и технических решений в медиасфере.

Цель спецификаций AMWA NMOS (Networked Media Open Specifications) – создание **открытых наборов API** для поддержки ключевых функций и согласованного взаимодействия медиа приложений.

**Principal Members****General Members****Associate Members**

networked media

NMOS

open specifications

IS – Interface Specification**BCP** – Best Common Practice**MS** – Data Model Specification**INFO** – Informative Documents**REG** – Parameter Register**DEVEL** – Developer Links**REG** – Регистр Параметров

General Procedures and Criteria

Capabilities

Device Control Types

Device Types

Flow Attributes

Formats

Node Service Types

Sender Attributes

Tags

Transports

Transport Parameters

IS – Спецификации Интерфейсов

IS-04: Discovery & Registration

IS-05: Device Connection Management

IS-06: Network Control (deprecated)

IS-07: Event & Tally

IS-08: Audio Channel Mapping

IS-09: System Parameters

IS-10: Authorization

IS-11: Stream Compatibility Management

IS-12: Control Protocol

IS-13: Annotation

IS-14: Device Configuration

DEVEL - Developer Links

GitHub Repo

API Testing Tool

CI Dashboard

NS – Спецификации Модели Данных

MS-04: ID & Timing Model

MS-05-01: NMOS Control Architecture

MS-05-02: AMWA NMOS Control Framework

*MS-05-03: AMWA NMOS Control Block Specs***BCP** – Лучшие Общие Практики

BCP-002-01: Natural Grouping

BCP-003-01: Secure Communications in NMOS Systems

BCP-003-02: Authorization in NMOS Systems

BCP-003-03: Certificate Provisioning in NMOS Systems

BCP-004-01: Receiver Capabilities

BCP-004-02: Sender Capabilities

BCP-005-01: EDID to Receiver Capabilities Mapping

BCP-005-02: NMOS Support for IPMX/HKEP

BCP-005-03: NMOS Support for IPMX/PEP

BCP-006-01: NMOS With JPEG XS

*BCP-006-02: NMOS With H.264**BCP-006-03: NMOS With H.265**BCP-007-01: NMOS With NDI*

BCP-008-01: NMOS Receiver Status

BCP-008-02: NMOS Sender Status

INFO – Информативные Документы

INFO-002: Security Implementation Guide

INFO-003: Sink Metadata Processing Architecture

INFO-004: Implementation Guide for DNS-SD

INFO-005: Implementation Guide for NMOS Controllers

INFO-006: Implementation guide for NMOS Device Capabilities Control

- разрабатываются консорциумом AMWA (JT-NM);
- распространяются в форме открытых спецификаций;
- обеспечивают бесшовное взаимодействие медиаустройств, объединенных в сеть.

Как работает NMOS?

- через набор API
- вызываются через http (либо https) запрос, например *http://<IP адрес устройства>/x-nmos/<имя API>...*
- примеры:
 - `http://192.168.10.2/x-nmos/node/v1.2/self`
 - `http://192.168.10.2/x-nmos/query/v1.2/nodes`
 - `http://192.168.10.2/x-nmos/channelmapping/v1.0/map`



- реализованы на современном подходе к разработке API: использование **REST, RAML, JSON** вместо «старых» *RPC-style* подходов типа *SOAP, HML, XSD, WSDL*
- базируются на принципах **RESTful**
- широко используют **SDP** (Session Description Protocol)
- основаны на моделировании данных (**UML**)
- отображают текущие Модели Данных медиасистем в форматах **JSON/HTTP/WebSocket**
- активно применяют **HTTP** и **WebSocket**;
- реализуются на основе решений, описанных в **RFC IETF**
- версии спецификаций API NMOS хранятся в открытом депозитории **GitHub**;
- спецификации API NMOS публикуются на основе открытой лицензии **Apache 2.0**



IPMX

**ШКОЛА
ИНЖЕНЕРОВ
КИНО И ТВ**



POWERED BY



ОСНОВАНА В 2016 ГОДУ

WWW.MPE-EDU.RU

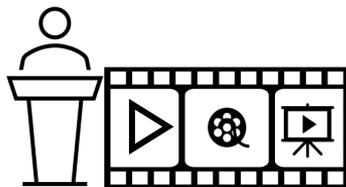
Дополнительное профессиональное образование для инженеров телевидения, киноиндустрии и онлайн-медиа сервисов



настоящий
открытый стандарт



реализация инфраструктуры
как в облаке, так и локально



обеспечение производства контента
и воспроизведения/демонстрации



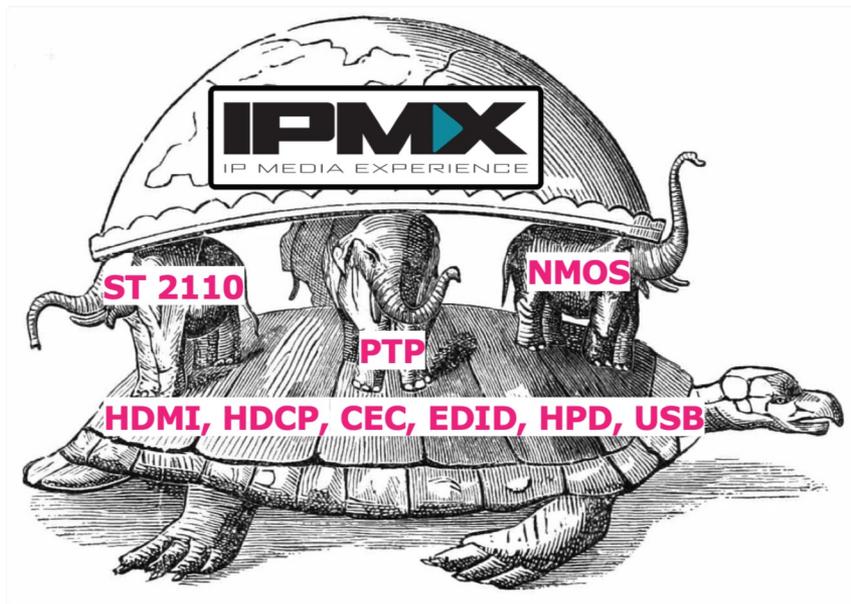
экономичность
сегодня



готовность к
завтрашнему дню

- **IPMX** - набор открытых, общепотребительных широко распространённых и базирующихся на стандартах Media Over IP протоколов для обеспечения совместимости в IP-сетях для индустрии ProAV;
- **IPMX** спецификации обеспечивают передачу компрессированного и некомпрессированного видео, аудио, метаданных, служебных и медиа данных в IP-сетях;
- **IPMX** так же обеспечивает контроль и управление соединениями, защиту от копирования и безопасность;
- **IPMX** базируется на дорожной карте альянса AIMS для обеспечения совместимости медиа в IP-сетях, на открытых и проверенных стандартах, уже широко используемых в индустрии вещания, и поддерживается индустриальными некоммерческими альянсами.





- Рецепт IPMX
1. взять продвинутые стандарты передачи медиаданных в IP-сетях SMPTE ST2110 + спецификации NMOS (API регистрации, соединения медиаузлов и управления)
 2. добавить протокол точного времени PTP, и немного снизить градус требований к точности
 3. в конце добавить по вкусу все «плюшки» потребительских технологий HDMI, HDCP, CEC, EDID, HPD, USB

wikiterm

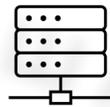
CEC, Consumer Electronics Control — двунаправленная шина (протокол AV.Link) для удаленного управления устройствами через HDMI-кабель
EDID, Extended Display Identification Data — содержит базовую информацию об устройстве (мониторы, ТВ-панели, проекторы и т.п.) и его возможностях, включая информацию о производителе, максимальном размере изображения, цветовых характеристиках, границах частотного диапазона, а также строках, содержащих название монитора и серийный номер.

HPD, Hot Plug Detect — технология «горячего» подключения монитора, ТВ-панели и т.д. к устройству. Фиксирует события подключения и отключения монитора от устройства

HDCP, High-bandwidth Digital Content Protection — технология защиты медиаконтента, разработанная корпорацией Intel и предназначенная для предотвращения незаконного копирования высококачественного видеосигнала, передаваемого через интерфейсы DVI, Display Port, HDMI, GVIF, UDI. Защищённый видеосигнал может быть воспроизведён только на оборудовании, поддерживающем HDCP.

**База**

SMPTE ST 2110 и NMOS
тысячи разработанных устройств

**Передача**

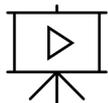
Multicast и Unicast
на основе SMPTE ST 2110 (элементарные потоки)
UDP, RTP, 1-100+ GbE

**Open API**

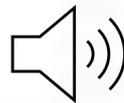
Обнаружение и Регистрация.
Регистр либо P2P, управление

**Тайминг**

RTP опционально,
асинхронные и синхронные источники

**Видео**

SD -> 32K, JPEG XS, EDID/HPD
компрессированное / некомпрессированное

**Аудио**

AES 67, Общеупотребительные форматы
ProAV и потребительского рынка

**Безопасность**

Oath2, HTTPS, HDCP 2.3

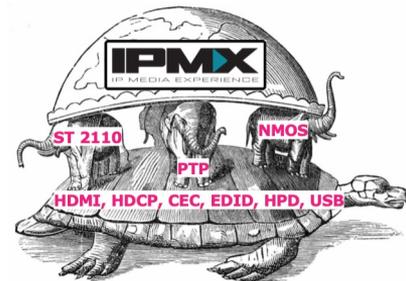
**Управление**

USB / KVM, CEC, Последовательные интерфейсы,
расширение GPIO

дизайн Masnica

- TR-10-0:2025 Internet Protocol Media Experience (IPMX): General Organization – FINAL
- TR-10-1:2024 Internet Protocol Media Experience (IPMX): System Timing and Definitions – FINAL
- TR-10-2:2024 Internet Protocol Media Experience (IPMX): Uncompressed Active Video – FINAL
- TR-10-3:2024 Internet Protocol Media Experience (IPMX): PCM Digital Audio – FINAL
- TR-10-4:2023 Internet Protocol Media Experience (IPMX): SMPTE ST 291-1 Ancillary Data – DRAFT
- TR-10-5:2024 Internet Protocol Media Experience (IPMX): HDCP Key Exchange Protocol – FINAL
- TR-10-6:2023 Internet Protocol Media Experience (IPMX): Forward Error Correction – DRAFT
- TR-10-7:2024 Internet Protocol Media Experience (IPMX): Compressed Video – DRAFT
- TR-10-8:2024 Internet Protocol Media Experience (IPMX): NMOS Requirements – FINAL
- TR-10-9:2025 Internet Protocol Media Experience (IPMX): Requirements for System Environments and Device Behavior – DRAFT
- TR-10-10:2024 Internet Protocol Media Experience (IPMX): HDMI InfoFrame Packet Transport – DRAFT
- TR-10-11:2024 Internet Protocol Media Experience (IPMX): Constant Bit-Rate Compressed Video – FINAL
- TR-10-12:2023-2 Internet Protocol Media Experience (IPMX): AES3 Transparent Transport – DRAFT
- TR-10-13:2024 Internet Protocol Media Experience (IPMX): Privacy Encryption Protocol (PEP) – DRAFT
- TR-10-14:2024 Internet Protocol Media Experience (IPMX): IPMX USB – DRAFT

- **IPMX** - набор открытых, общеупотребительных широко распространённых и базирующихся на стандартах Media Over IP протоколов для обеспечения совместимости в IP-сетях для индустрии ProAV;



Матрoх энкодер/декодер IPMX



Дисплеи Direct View с поддержкой IPMX



	ST 2110	IPMX
Суть разработки	замена SDI	замена HDMI
2110-20 Некомпрессированное видео	Опционально, Типично	Опционально
2110-22 компрессирование видео JPEG-XS	Опционально	Опционально, Базово
Протокол Точного Времени (PTP)	Обязательно (ST 2059-1 & -2)	Опционально, сниженная точность и требование минимумов интервалов
RTCP-отчет Передатчика (Sender Report)	-	Обязательно для асинхронных источников
Передатчик Широкого типа (тип W)	Опционально	Обязательно
YUV 4:2:2	Подразумевается	Обязательно
RGB 4:4:4	Опционально	Обязательно
Аудио	ST2110-30 (AES67)	ST2110-30 (AES67) + компрессированное аудио
48, 44.1, 96 кГц аудио	Обязательно , опционально, опционально	Обязательно , допустимо, допустимо
NMOS (IS-04, IS-05)	Опционально	Обязательно
NMOS IS-11 (EDID и Динамические соединения)	Опционально	Опционально
Поддержка HDCP 2.3 (HKCP)	-	Опционально
Обеспечение надежности передачи	ST2022-7	простые FEC и опционально ST2022-7



IPMX трансивер (приемопередатчик) **P-AVN4** использует соединение 1 GbE с поддержкой компрессии JPEG XS, JPEG XS FIP, H.264 и HEVC



Visual Array Appliance
Central Management and Control **P-AVN-VA**



MS-0401E – 4-канальный мост HDBaseT / IPMX



Приемопередающий модуль **MPA1000**
HDMI / IPMX, JPEG-XS, 1GbE



Matrox **ConvertIP DRH** – 2-канальный трансивер HDMI / ST2110 / IPMX

Обзор технологий 2110 / PTP / NMOS / IPMX

The End

**ШКОЛА
ИНЖЕНЕРОВ
КИНО И ТВ**



POWERED BY

ОСНОВАНА В 2016 ГОДУ

WWW.MPE-EDU.RU



Дополнительное профессиональное образование для инженеров телевидения, киноиндустрии и онлайн-медиа сервисов

Образовательная сессия »Миграция технологий Телевещания и ProAV в IP«



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



Synamedia

