

Собиратели потоков (по материалам компании Thomson Grass Valley)



Геннадий Биза

руководитель отдела перспективных технологий ЗАО «В-ЛЮКС»



Про различные продукты для цифрового телевидения написано уже более чем достаточно. Конкуренция на этом рынке с каждым годом все острее и у провайдеров есть возможность выбирать оборудование наиболее соответствующее их целям и задачам. Современная практика системной интеграции показывает, что если несколько лет назад потребители больше доверялись мнению компаний — поставщиков решения, то сегодня они более требовательно относятся к каждой возможности и опции. Это вполне понятно, ведь вы не будете платить за возможность, которой никогда не собираетесь пользоваться. А ведь это почти всегда деньги, и если не за «железо», то за модуль программного обеспечения, что часто бывает дороже.

Сегодня цифровое вещание испытывает очередной перелом в своем развитии: если на первом этапе среди приоритетов значились экономия ресурса оператора и помехозащитность в сравнении с аналоговым вещанием, то сегодня это вещание высокой четкости (HD) и появление новых кодеков (прежде всего H.264 и AAC) для компрессии видео и звука.

Современный мультиплексор является настоящим сердцем платформы цифрового телевидения, среди его основных обязанностей значатся:

- создание многопрограммных потоков (MPTS) и однопрограммных (SPTS);
- добавление или удаление сервисов;



- добавление данных от серверов системы условного доступа (скремблирование);
- изменение скорости многопрограммного потока (transrating);
- вставка цифрового видео (DPI) и канального логотипа (logo insertion)
- синхронизация потоков;
- вставка таблиц цифрового телевидения;
- добавление данных интерактивного телевидения;
- сетевой адаптер для трансляции по сетям передачи данных.

Этот список все равно не претендует на полноту, он, разве что, может считаться иллюстрацией универсальности современного мультиплексора. Настоящий текст вообще не претендует на научную глубину, но задумывался нами как некий buyer's guide (руководство покупателя). А вам решать, хотите ли вы все это купить, и для каких целей. Но сначала, как водится, немного теории и небольшая экскурсия по терминам:

Организация сервисов

После преобразования аналогового телевизионного сигнала в цифровой формат и последующего отдельного сжатия видео- и аудиоинформации по

стандартам MPEG возникает необходимость сбора множества возникших цифровых потоков в один. Реализацию задачи создания многопрограммного потока осуществляет мультиплексор.

Но перед тем, как произойдет суммирование сервисов на мультиплексоре, необходимо их сформировать. Формирование сервисов происходит на кодере. На рис. 1 представлен пример организации сервисов на одном кодере.

Пакетирование

После аналого-цифрового преобразования (АЦП) сигналов от аналоговых источников на выходе АЦП организуется элементарный поток — Elementary Stream (ES). Затем этот элементарный поток «нарезается» пакетизатором на пакеты, которые получают переменную длину и состоят из элементарных потоков и головных заголовков к ним — Packet Elementary Stream (PES). В дальнейшем посредством внутреннего мультиплексора кодера формируется транспортный поток — Transport Stream (TS), состоящий из пакетов фиксированной длины. На рис. 2 представлена схема, поясняющая формирование TS.

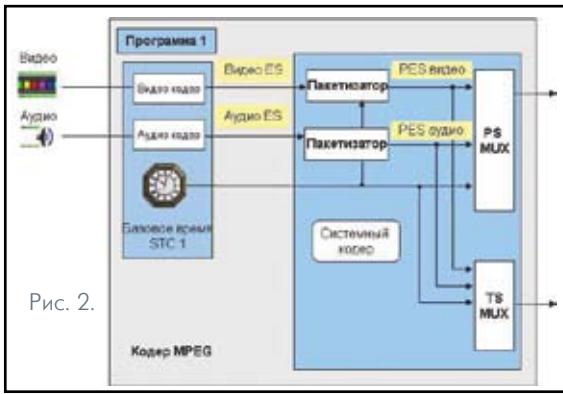


Рис. 2.

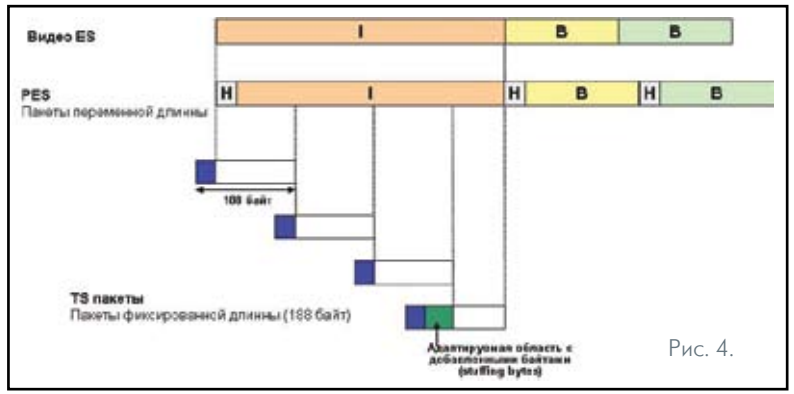


Рис. 4.

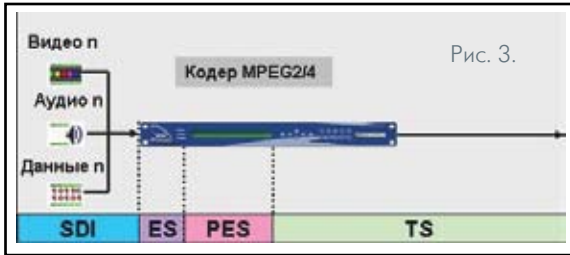


Рис. 3.



Рис. 5.

В общем виде компоненты мультиплексирования представлены на рис. 3

В схематичной форме для видео преобразования пакетизация выглядит так, как представлено на рис. 4.

В результате формирования пакетов транспортного потока всегда появляется укороченный пакет с недостаточным количеством байтов. Для соблюдения правила фиксированной

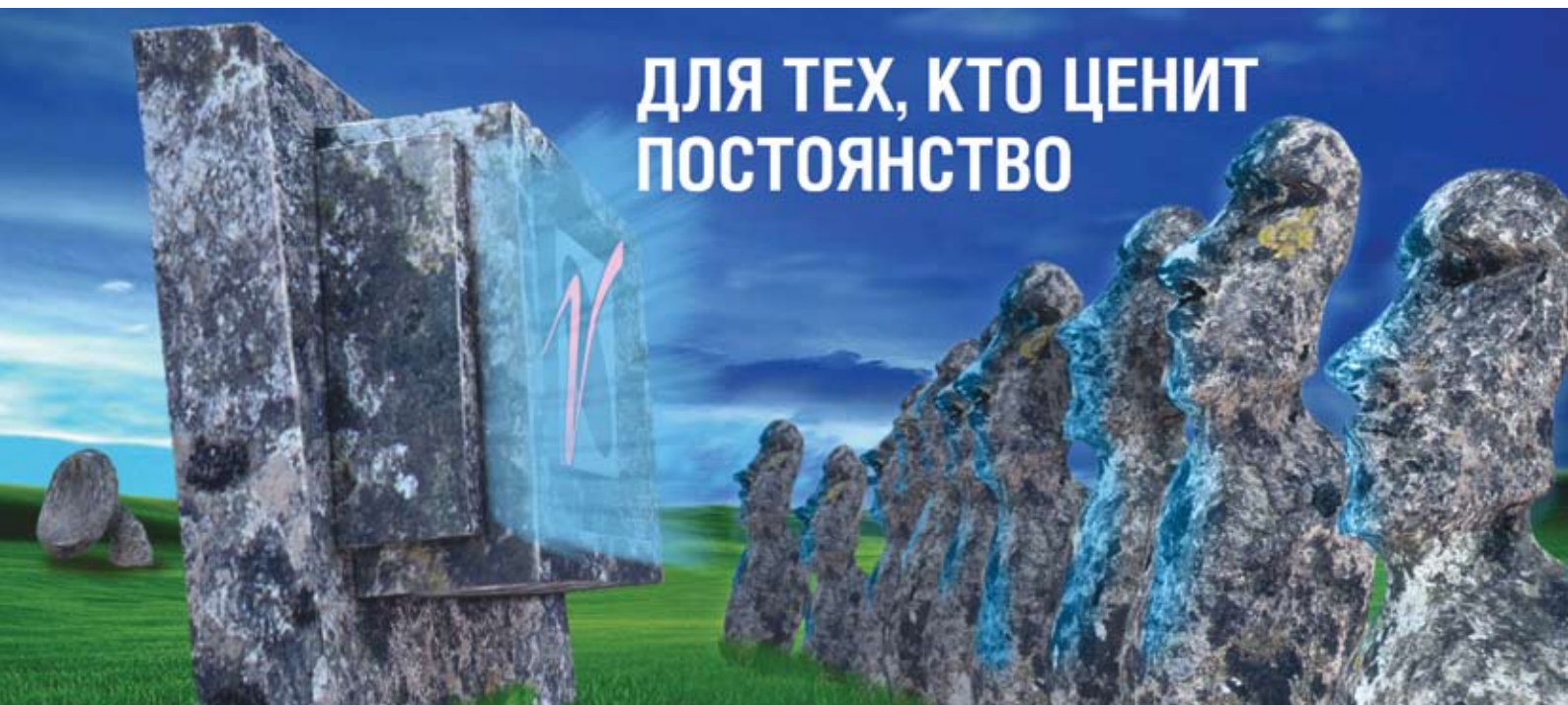
длины пакета TS в пакет добавляется необходимое количество байтов. Этот процесс называется «stuffing bytes». При восстановлении видеопоследовательности эти байты просто удаляются.

В общем виде компоненты мультиплексированного потока на выходе кодера будут выглядеть, как на рис. 5. Синхронизация работы кодера осуществляется за счет работы встро-

енного генератора и счетчика, называемых системными временными часами — System Time Clock (STC). STC являются основными часами для видео- и аудиокодеров конкретной программы.

В стандарте DVB определены следующие параметры трансляции TS:

- ETSI EN 50083-9
- Поток MPEG2 до 270Мбайт/с
- Импеданс коаксиального кабеля —



ДЛЯ ТЕХ, КТО ЦЕНИТ ПОСТОЯНСТВО



ГРУППА КОМПАНИЙ
В-ЛЮКС

- Системная интеграция в области цифрового и IP телевидения
- Оборудование для сетей кабельного ТВ и широкополосного доступа
- Проектирование и системная интеграция

(495) 105-5220
многоканальный

www.vlux.ru

г. Санкт-Петербург
(812) 380-53-38

г. Нижний Новгород
(8312) 78-61-90

г. Новосибирск
(383) 279-96-62

г. Ростов-на-Дону
(863) 268-70-23

г. Екатеринбург
(343) 246-19-32

г. Краснодар
(861) 215-64-56

В-Люкс-Казахстан
(3272) 32-84-26

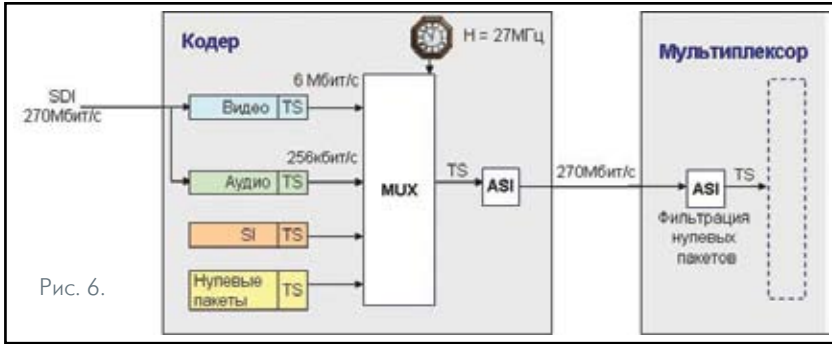


Рис. 6.

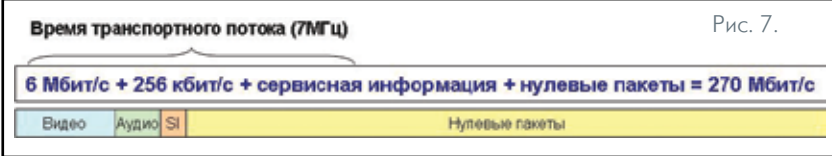


Рис. 7.

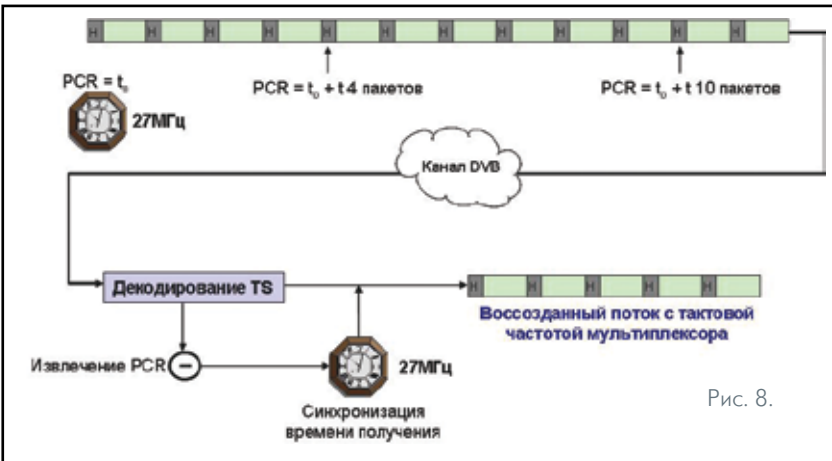


Рис. 8.

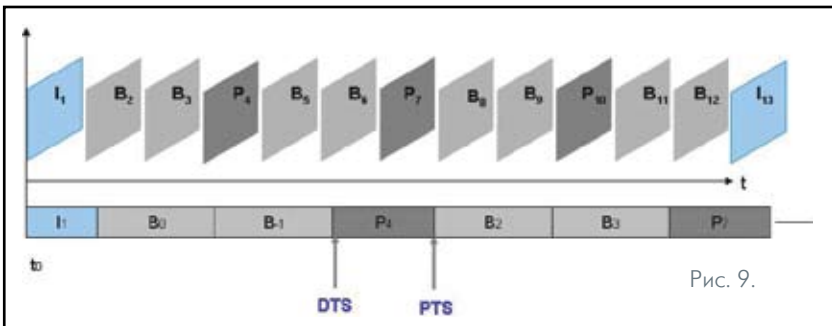


Рис. 9.

Рис. 10.

	I	B	B	P
PTS	t_0	$t_0 + 1$	$t_0 + 2$	$t_0 + 3$
DTS	t_0	$t_0 + 2$	$t_0 + 3$	$t_0 + 1$

75 Ом; двойная экранировка; BNC разъем; максимальная длина кабеля 100 м.

- Пакеты TS 188 или 204 байта (с RS кодом коррекции) в пакете.

Более детально общий транспортный поток (TS) на уровне кодера представлен на рис. 6.

Так в результате простых вычислений легко обнаруживается, что общее количество нулевых пакетов может, при отсутствии динамичной видекартинки, быть значительным. Общий детализированный цифровой поток представлен на рис. 7.

Фильтрация нулевых пакетов производится сразу на входе в мультиплексор, что снижает общий суммарный поток при обработке и за мультиплексором.

Синхронизация приема-передачи

Для синхронизации трансляции передачи и приема цифрового потока по каналам DVB в часть пакетов, точнее в их заголовки, вводятся метки синхронизации PCR (Programme Clock Reference). PCR вводятся в адаптированные под это области заголовков, с частотой следования по пакетам не выше 0,1 сек.

На приемной стороне мультиплексор декодирует TS и извлекает из него PCR для синхронизации полученных пакетов. Восстановленный поток синхронизируется уже по временному генератору мультиплексора приемной стороны. Метки PCR вводятся после буфера кодера и извлекаются перед буфером мультиплексора. На рис. 8 в наглядной форме показана схема трансляции пакетов с использованием меток PCR.

Возникающий джиттер PCR-меток может привести к невозможности декодирования потока. Существует три причины возникновения PCR-джиттера:

1. Многократное преобразование PCR-меток при мультиплексировании и ремультимплексировании
2. Временное разрешение определения меток PCR
3. Джиттер и случайные флуктуации модулированного времени отсчета 27 МГц

Отсюда и вытекающие рекомендации:

- Без необходимости не производить многократного мультиплексирования / ремультимплексирования
- Не пользоваться каналами трансляции, не удовлетворяющими условиям приема сигнала
- Использовать проверенное профессиональное оборудование

В стандартах MPEG предусмотрены средства для поддержания синхронизации в случае возникновения джиттера, но они жестко не определяют пределы джиттера, а только предлагают, что он должен лежать в пределах +/- 4 мс максимум в хорошо разработанной системе.

Замена PCR-меток в мультиплексоре позволяет гарантированно доставить, а главным образом декодировать мультиплексированный поток. Замена PCR-меток на мультиплексоре называется PSR restamping. Важная характеристика системы меток времени PCR в том, что цифровые потоки на входе и на выходе мультиплексора могут быть полностью асинхронными по отношению System Time Clock (STC) (см. выше). Это также означает, что другие программы, которые могут иметь другой STC, можно ввести в мультиплексный поток с другими программами. При этом возможно восстановление STC для каждой программы.

Для своевременного восстановления групп (GOP) изображения с необходимой частотой и очищения буфера

Коннекторы для магистральных и распределительных сетей

декодеров в цифровой поток вводятся PTS- и DTS-метки. Временная метка представления Presentation Time Stamp (PTS) или временная метка декодирования Decoding time stamp (DTS) вводятся в заголовок PES-пакетов.

На рис. 9 представлена начальная видеопоследовательность для изображения 25 кадров в секунду.

Любые задержки, возникающие при декодировании или просмотре необходимо компенсировать. Следовательно, реальный декодер, принимающий реальные потоки с переменной задержкой, должен включить буферизацию для компенсации постоянной задержки на выходе. Метки PTS указывают момент, в который содержимое буфера должно быть немедленно выведено и декодировано с выведением изображения на дисплей.

Метки DTS тоже указывают момент, когда содержимое приемного буфера должно быть извлечено и декодировано. DTS-метки отличаются от PTS-меток только тем, что используются тогда, когда реорганизация касается только В-кадров. Если используются DTS-метки, то в цифровом потоке обязательно присутствуют и PTS-метки. PTS (или DTS) вводятся в цифровой поток с промежутками не превышающими 700 мс. На рис. 10 символическое представление PTS- и DTS-меток на уровне GOP.

PTS- и DTS-метки используются и для синхронизации звука к видео.

Информационные таблицы

При передаче сигналов цифрового телевидения служебная (PSI) и сервисная (SI) информации встраиваются в каждый транспортный поток вещаемого мультиплекса в качестве независимого сигнала. Для того чтобы интерпретировать содержание транспортного потока, приемник-декодер должен в первую очередь декодировать данные PSI, содержащиеся в пакетах с особым идентификатором PID. Широкий набор данных PSI описывает среду передачи, компоненты служб, соотношения между службами, переносимыми конкретным транспортным потоком, а также между службами остальных транспортных потоков сети. На схеме рис. 11 представлены два вида информационных таблиц.



Данные всей служебной информации — PSI организованы в виде ряда таблиц. Каждая таблица содержит данные, относящиеся к определенной функции, которая может потребоваться в приемнике для решения поставленной задачи. Некоторые таблицы очень малы по объему, другие, напротив, могут иметь объем от нескольких килобайт до 2 — 3 Мбайт.

Служебная информация о программах PSI (Program Specific Information) предоставляет информацию, требуемую для автоматического конфигурирования приемника, декодирующего и демультимплексирующего различные потоки программ в мультиплексе; она состоит из четырех таблиц:

2-составные G2

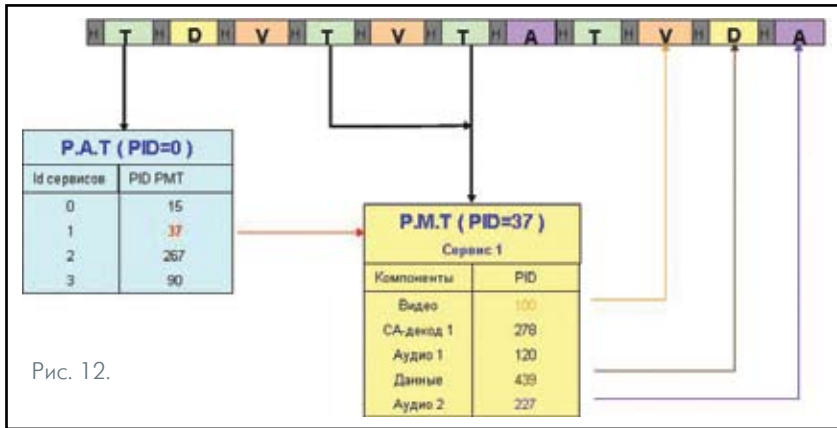


Впечатляющие характеристики
Надежная установка
Прочное соединение

3-составные GRS

CABELCON
connectors

Corning Cabelcon ApS
Tel.: +420 596 242 356
Fax.: +45 5598 5504
cabelcon@cabelcon.dk



PMT (Program Map Table): таблица структуры программы — содержит идентификаторы программ (PID) всех компонентов программы: видео, аудио, ДИ. Таблица PMT идентифицирует и указывает местоположение потоков, которые составляют каждую службу, и местоположение полей эталонных меток времени программы конкретной службы.

PAT (Program Association Table): таблица взаимосвязи (ассоциации) программ — содержит идентификаторы программ (PID) таблиц PMT для всех программ, передаваемых в данном транспортном потоке. Для каждой службы в мультиплексе таблица PAT указывает местонахождение соответствующей таблицы PMT (значения PID пакетов транспортного потока). Она также указывает местонахождение таблицы сетевой информации (NIT).

CAT (Conditional Access Table): таблица ограниченного доступа — содержит PID всех сообщений ограниченного доступа (EMM) для платных программ. Таблица CAT предоставляет информацию о системах ограниченного доступа (CAS), используемых в мультиплексе. Информация — частная (т.е. не определенная в существующем стандарте [6]) и зависящая от CAS, но включающая местоположение потока EMM, когда таковой существует.

NIT (Network Information Table): таблица сетевой информации — служит для предоставления информации о физической сети (параметрах системы передачи данных): идентификаторе сети, частоте, орбитальной позиции и пр. Группирует вместе службы, относящиеся к специфическому поставщику сети. Содержит всю информацию, которая может потребоваться для настройки IRD, используется для сигнализации об изменениях в настроечной информации. В стандарте ISO/IEC 13818-

1 [1] определено только местоположение таблицы NIT, а ее синтаксис и семантика определяются Стандартом EN 400 468 [6]. На рис. 12 приведен пример декодирования потока с помощью таблицы PSI.

После обнаружения и считывания информации из таблицы PAT выбирается сервис и его PID PMT таблицы, например 37. Обращение к PID 37 открывает возможность определить все входящие в этот сервис компоненты через таблицу PMT — Видео, Аудио 1, Аудио 2, декодирования и открытия CA, данные. Обращение и считывание PID каждого компонента позволяет восстановить и получить необходимую информацию.

Дополнительная сервисная информация — SI (Program Service Information) служит для описания технических атрибутов каждой из доступных служб, предоставляемых индивидуальными вещателями. Она необходима для того, чтобы пользователь мог идентифицировать службы и события, переносимые различными мультиплексами по различным сетям. Данные SI структурированы в десять таблиц (SDT, EIT, TDT, BAT, RST, TOT, ST, SIT, BIT, TSDT):

- SDT (Service Description Table): таблица описания службы — описывает различную дополнительную информацию, передаваемую в транспортном потоке; содержит перечень названий служб, провайдеров услуг и других параметров, ассоциированных с каждой службой в конкретном мультиплексе стандарта MPEG-2;
- EIT (Event Information Table): таблица информации о событиях — содержит сведения обо всех событиях или программах в мультиплексе MPEG-2: наименование сюжета, время его начала, продолжительность и пр. (как для текущего транспортного потока, так и по опциям для других транспортных потоков,

которые может принять приемник IRD, т.е. для других типов обслуживания);

- TDT (Time and Date Table): таблица дат и времени — используется для передачи информации точного времени, включая текущее время и дату, служит для подстройки внутреннего синхрогенератора приемника-декодера IRD. Данные TDT передаются в отдельной таблице по причине частого обновления этой информации;
- TOT (Time Offset Table): таблица смещения времени — несет информацию, относящуюся к текущему времени и дате и к смещению местного времени; данные TOT передаются в отдельной таблице по причине частого обновления этой информации;
- BAT (Bouquet Association Table): таблица группы служб — содержит информацию о группировке служб в одной программе, т.е. одновременно декодируемых и выдаваемых пользователю; сообщает название группы и предоставляет перечень служб в каждой группе, (конкретная служба может принадлежать одной или большому числу групп служб);
- RST (Running Status Table): таблица текущего статуса — ее секции используются для быстрого обновления текущего статуса одного или нескольких событий (исполняется/не выполняется); секции таблицы RST посылаются только однажды — в момент изменения статуса события в отличие от других таблиц SI, которые обычно передаются с циклическим повторением; данные таблицы RST позволяют автоматически переключаться между событиями;
- ST (Stuffing Table): таблица байтов стаффинга — используется для замены или отмены действия существующих секций (либо субтаблиц, либо полных таблиц SI), в частности граничных секций;
- SIT (Selection Information Table): таблица выбираемой информации — используется только в «частичных», т.е. в записанных потоках битов; она несет сводку об информации SI, требуемой для описания потоков в частичном потоке битов;
- DIT (Discontinuity Information Table): таблица неоднородности информации — используется только в «частичных», т.е. в записанных потоках битов; вводится в случае, когда информация SI в частичном потоке битов может быть неоднородна;
- TSDT (Transport Stream Description Table): таблица описания транспортного потока. ■

Продолжение читайте
в следующем номере