УДК 621.397.132.129: 006.354

ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ СИНХРОНИЗИРОВАННЫХ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ДАННЫХ В ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКАХ DVB

А.Л. Безлюдникова, начальник лаборатории филиала ФГУП НИИР — СОНИИР; bal@soniir.ru
М.Г. Вишняков, директор НТЦ филиала ФГУП НИИР — СОНИИР, заместитель начальника ИЦ НИИР, к.т.н.; mike@soniir.ru
К.Ю. Морозов, начальник отдела филиала ФГУП НИИР — СОНИИР; morozow@soniir.ru

Рассмотрены вопросы транспортировки синхронизированных вспомогательных данных в транспортных потоках DVB и их синхронизации со стороны приемника с видео- и аудиопотоками. Полученные выводы применимы к различным потокам вспомогательных данных (телетекст, субтитры и пр.), передаваемых в составе транспортного потока MPEG, и могут быть полезны при разработке, производстве и эксплуатации оборудования DVB.

***Ключевые слова**: вспомогательные данные, временная диаграмма, временная база, контент, метаданные, дескриптор.*

Введение. Синхронизированные вспомогательные данные, которые должны доставляться вместе с другими линейными потоками внутри услуги DVB, такими как видео- и аудиопотоки, переносятся в пакетах пакетизированного элементарного потока (PES), а те, в свою очередь, в пакетах транспортного потока (TS) [1].

Идентификатор пакета (PID) элементарного потока, несущего синхронизированные вспомогательные данные, ассоциированные с услугой DVB, должен быть идентифицирован в таблице карты программ (PMT) из информации о программе (PSI) для этой услуги. Соответственно, элементарный поток, несущий синхронизированные вспомогательные данные, должен иметь значение дескриптора stream_type = 0x06, т.е. поток PES переносит закрытые данные.

Услуга DVB может содержать один или более элементарных потоков, несущих синхронизированные вспомогательные данные. Однако в элементарном потоке кодируется только один пакет PES с отдельным значением временной отметки предоставления пакета (PTS).

Структура пакетов PES. Структура стандартного пакета PES в соответствии с форматом [2] содержит следующие поля:

stream_id — должен быть равен ‘1011 1101’(0xBD), что означает «private_stream_1»;

data_alignment_indicator — должен быть равен 1;

PES_packet_data_byte — данные байты должны быть кодированы согласно структуре вспомогательных данных;

PTS — временная метка кодируется с точной синхронизацией. Если же метка не кодирована, полезная нагрузка пакета PES все равно должна извлекаться и отображаться приемником, но временные соотношения с другими данными PES в текущей услуге DVB не будут определены. Иные дополнительные поля могут присутствовать в заголовке PES.

Расположение потока. Элементарный поток, несущий синхронизированные вспомогательные данные, имеет значение stream_type, равное 0x06, и значение stream_id, равное 0xBD. Однако этой информации может быть недостаточно для однозначной идентификации отдельного потока, так как в отдельной услуге DVB иногда содержится несколько элементарных потоков с одинаковыми значениями stream_type и stream_id. Это можно объяснить следующими причинами:

- в отдельной услуге DVB содержится несколько элементарных потоков, несущих синхронизированные вспомогательные данные;
- вышеуказанная комбинация значений stream_type и stream_id может быть использована приложениями, не предназначенными для доставки синхронизированных вспомогательных данных.

В таких случаях необходимо обеспечить способ однозначной идентификации элементарного потока, помимо идентификации по stream_type и stream_id. Для этого существует несколько подходов, в том числе добавление ссылки в поле DVB component_tag и включение отдельных дескрипторов в соответствующую таблицу PMT.

Структура вспомогательных данных. Синтаксис структуры вспомогательных данных приведен в табл. 1.

Таблица 1. Структура вспомогательных данных auxiliary_data_structure

Синтаксис	Количество битов	Формат
auxiliary_data_structure() {		
payload_format	4	uimsbf
Reserved	3	uimsbf
CRC_flag	1	uimsbf
for (i=0; i<N; i++) {		
payload_byte	8	uimsbf
}		
if (CRC_flag == ‚1‘) {	32	uimsbf
CRC_32		
}		
}		

Структура вспомогательных данных содержит следующие поля:

payload_format: 4-битовое поле, используемое для идентификации формата кодирования поля полезной нагрузки (табл. 2);

CRC_flag: 1-битовый флаг. Если равен 1, в данной структуре содержится поле **CRC_32**; если равен 0, поле **CRC_32** отсутствует;

payload_byte: 8-битовое поле. Последовательностью байтов payload_byte составляется поле полезной нагрузки.

Синтаксис и семантика поля полезной нагрузки определяются в соответствии с форматом, который идентифицируется полем **payload_format**;

CRC_32: 32-битовое поле. Содержит контрольное значение циклического избыточного кода (CRC), которое дает 0 на выходе регистров декодера, описанного в [3], после обработки всей структуры **auxiliary_data_structure**.

Таблица 2. Формат поля payload_format

Тег	Описание
0x0	Зарезервировано DVB
0x1	Поле полезной нагрузки должно содержать 0 или более дескрипторов, перечисленных в табл. 3
0x2–0x7	Зарезервировано DVB
0x8–0xF	Определяется пользователем

Дескрипторы. Поле полезной нагрузки структуры вспомогательных данных содержит 0 или более дескрипторов (табл. 3).

Таблица 3. Дескрипторы, используемые в структуре вспомогательных данных

Тег	Идентификатор
0x00	Зарезервировано DVB
0x01	TVA_id_descriptor
0x02	broadcast_timeline_descriptor
0x03	time_base_mapping_descriptor
0x04	content_labeling_descriptor
0x05	synchronised_event_descriptor
0x06	synchronised_event_cancel_descriptor
0x07–0x7F	Зарезервировано DVB
0x80–0xFF	Определяется пользователем

Синтаксис и семантика (поля) дескрипторов определены в [2].

Дескриптор TVA_id_descriptor. Назначение, синтаксис и семантика этого дескриптора определены в TS102323 [4]. Минимальная частота повторения данного дескриптора, относящегося к отдельному значению TVA_id, должна быть как минимум один раз каждые 2 с. Если данный дескриптор передается в синхронизированных вспомогательных данных со значением поля payload_format, равным 0x1, необходимо соблюдать следующее требование: значение 8-битового поля **descriptor_tag** равно 0x1.

Дескриптор broadcast_timeline_descriptor. Элемент линейного контента содержит обязательную временную диаграмму, которая перемещается синхронно с потоком. Вещательная временная диаграмма является потоком данных, переносящих временную диаграмму контента метаданных во время передачи элементов контента. Временная диаграмма контента метаданных, в свою очередь, представляет собой концептуальный прогресс времени, присущий элементу контента, который может быть отнесен к метаданным и доставлен вещательной временной диаграммой. Чтобы позволить приложению (метаданным) управлять элементом контента во время его представления, временная диаграмма должна быть записана в терминах временной диаграммы контента метаданных.

Чтобы временная диаграмма контента метаданных была использована приемником для управления представлением элемента контента, она должна быть доставлена в приемник во время вещания элемента контента. Это достигается путем отображения временной диаграммы контента метаданных на вещательную временную диаграмму, которая может быть доставлена через использование дескриптора вещательной временной диаграммы broadcast_timeline_descriptor.

Дескриптор вещательной временной диаграммы определяет время в виде числа отсчетов. Это неформатированное число отсчетов конвертируется в значение времени путем использования поля формата отсчетов, т.е. числа отсчетов на единицу времени. Затем кодированные значения вещательной временной диаграммы преобразуются в форматы представления времени.

Вещательная временная диаграмма определяется одним из двух способов:

- как прямая вещательная временная диаграмма путем кодирования абсолютного времени в дескрипторе вещательной временной диаграммы;
- как смещенная вещательная временная диаграмма путем кодирования смещения времени в дескрипторе вещательной временной диаграммы. Такое смещение должно добавляться к абсолютному времени, определенному прямой вещательной временной диаграммой.

Дескриптор вещательной временной диаграммы определяет кодированные значения времени для вещательной временной диаграммы на дискретных отсчетах. Для генерации значений вещательной временной диаграммы между принятыми значениями следует использовать экстраполяцию $T_e = T_r + (T_s \times R_r)$, где T_e и T_r — экстраполированное и принятое значения вещательной временной диаграммы в отсчетах; T_s — время в секундах, для которого требуется экстраполированное значение; R_r — скорость движения вещательной временной диаграммы, определенная принятым полем tick_rate.

Дескриптор time_base_mapping_descriptor предоставляет способ явной ассоциации внешней временной базы с вещательной временной диаграммой. Временная база является типом данных, используемых в метаданных спецификации TV-Anytime («ТВ в любое время») с целью привязки временной диаграммы контента метаданных к элементу контента. Минимальная частота повторения этого дескриптора зависит от значения поля **time_base_mapping_id** и должна быть не менее одного раза в 5 с.

Дескриптор content_labeling_descriptor предоставляет способ ассоциации меток в формате идентификаторов с элементами контента. Эти метки могут быть использованы метаданными как ссылки на ассоциированный с ними контент. Формат идентификаторов может меняться в зависимости от применения метаданных.

Дескриптор content_labeling_descriptor также может использоваться для ассоциации вещательной временной диаграммы с элементом контента. Минимальная частота его повторения зависит от значений полей **metadata_application_format** и **content_reference_id** и должна быть не менее одного раза в 5 с. Синтаксис и базовая семантика дескриптора определены в [1]. В пределах системы DVB, согласно [2], применяется дополнительная семантика.

Дескриптор synchronised_event_descriptor содержит информацию, обеспечивающую передачу событий, кото-

рые зависят от приложения и временные моменты которых синхронизируются с другими компонентами вещательного потока. Такие события называются синхронизированными. Каждое синхронизированное событие должно быть уникально идентифицировано комбинацией трех полей: synchronised_event_context, synchronised_event_id и synchronised_event_id_instance.

Дескриптор synchronised_event_cancel_descriptor предоставляет способ отмены синхронизированного события, временной момент которого был определен (с помощью дескриптора synchronised_event_descriptor), но еще не достигнут. Например, дескриптор synchronised_event_cancel_descriptor может быть использован для отмены синхронизированного события, которое относится к внезапно прерываемой программе (например, является срочной новостной вставкой) и временной момент которого находится в будущем.

Типы временных диаграмм. Любой элемент линейного контента содержит обязательную временную диаграмму, которая двигается синхронно с ним. Для управления отображением элемента контента приложением (метаданными) обязательная временная диаграмма может быть представлена в виде временной диаграммы контента метаданных, определенной стандартом MPEG.

Для уникальной идентификации каждой точки элемента контента значение временной диаграммы контента метаданных, ассоциированной с ней, должно быть уникальным. Чтобы выполнить это требование применительно к временной диаграмме контента метаданных, нужно соблюдать следующие правила:

- элементы контента представляют собой непрерывные объекты, временная диаграмма контента метаданных должна двигаться непрерывно, с постоянной и положительной скоростью;
- какие бы единицы времени ни использовались для временной диаграммы контента метаданных, они должны двигаться синхронно с потоком элементов контента, т.е. временная диаграмма контента метаданных синхронна с частотой синхронизации элемента контента;
- допускаются положительные скачки значений временной диаграммы контента метаданных.

Вещательная временная диаграмма обеспечивает способ доставки временной диаграммы контента метаданных во время вещания элемента контента. При этом необходимо предусмотреть наличие следующих проблем:

- скорость вещания ограничена, не всегда есть возможность передать значения временной диаграммы контента метаданных с дискретностью, которая требуется приемнику, и вещательная система может отказывать из-за ошибок передачи. Поэтому для нормального отображения контента приемник должен уметь экстраполировать принятые значения временной диаграммы контента метаданных;
- хотя сам элемент контента является непрерывным, вещание может идти с разрывами, например во время вставки «горячего» блока новостей. При этом движение доставляемой временной диаграммы контента метаданных приостанавливается синхронно с элементом контента;
- временная диаграмма контента метаданных может быть определена с использованием различных форматов времени. Чтобы снизить нагрузку на приемник, кодирование, используемое для доставки временной диаграммы контента метаданных в вещательном потоке, должно быть ограниченным и легким для управления;
- скорость движения вещательной временной диаграммы синхронна со скоростью движения временной диаграммы контента метаданных, которая также синхронна с воспроизводимым в данный момент элементом контента. Это условие не зависит от формата кодирования вещательной временной диаграммы;
- если воспроизведение элемента контента остановлено, вещательная временная диаграмма должна отразить тот факт, что движение временной диаграммы контента метаданных также остановлено.

Вещательная временная диаграмма доставляется с использованием дескриптора вещательной временной диаграммы.

Согласно [5], в поток видео в формате «HH:MM:SS:FF» (часы, минуты, секунды, сотые доли секунд) встраивается временной код. Вещательная временная диаграмма кодируется с помощью неформатированных отсчетов, поскольку это упрощает обработку временных значений в приемнике, в частности, благодаря подходу с использованием смещения. Это не составляет особых проблем на стороне передачи или приема, поскольку встроенный в поток видео временной код может быть легко конвертирован в отсчеты временной диаграммы и обратно, например 15260 отсчетов по 25 отсчетов в секунду могут быть представлены как «00:10:10:10».

Заключение. Проблема транспортировки синхронизированных вспомогательных данных в транспортных потоках DVB и их синхронизации со стороны приемника с видео- и аудиопотоками по мере развития современных телекоммуникационных сетей становится все актуальнее. Поэтому на этапах разработки, изготовления и эксплуатации оборудования DVB необходимо учитывать возможность передачи различных потоков вспомогательных данных, таких как телетекст, субтитры и пр., передаваемых в составе транспортного потока MPEG.

ЛИТЕРАТУРА

1. Recommendation ITU-T H.222.0. ISO/IEC13818–1: Information technology — Generic coding of moving pictures and associated audio information. Part 1: Systems.
2. ETSI TS102823 V1.2.1 (2014–01).Digital Video Broadcasting (DVB); Specification for the carriage of synchronized auxiliary data in DVB transport streams.
3. ETSI EN300468: Digital Video Broadcasting (DVB); Specification for Service Information (SI) in DVB systems.
4. ETSI TS102323: Digital Video Broadcasting (DVB); Carriage and signalling of TV-Anytime information in DVB transport streams.
5. IEC 60461: Time and control code.

Получено13.07.15