

# МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

**Рекомендация МСЭ-R ВТ.1887**  
(03/2011)

## **Передача пакетов IP в транспортных потоках MPEG-2 при мультимедийном радиовещании**

**Серия ВТ**  
**Радиовещательная служба**  
**(телевизионная)**



## Предисловие

Роль Сектора радиосвязи заключается в обеспечении рационального, справедливого, эффективного и экономичного использования радиочастотного спектра всеми службами радиосвязи, включая спутниковые службы, и проведении в неограниченном частотном диапазоне исследований, на основании которых принимаются Рекомендации.

Всемирные и региональные конференции радиосвязи и ассамблеи радиосвязи при поддержке исследовательских комиссий выполняют регламентарную и политическую функции Сектора радиосвязи.

### Политика в области прав интеллектуальной собственности (ПИС)

Политика МСЭ-R в области ПИС излагается в общей патентной политике МСЭ-T/МСЭ-R/ИСО/МЭК, упоминаемой в Приложении 1 к Резолюции 1 МСЭ-R. Формы, которые владельцам патентов следует использовать для представления патентных заявлений и деклараций о лицензировании, представлены по адресу: <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en>, где также содержатся Руководящие принципы по выполнению общей патентной политики МСЭ-T/МСЭ-R/ИСО/МЭК и база данных патентной информации МСЭ-R.

### Серии Рекомендаций МСЭ-R

(Представлены также в онлайн-форме по адресу: <http://www.itu.int/publ/R-REC/en>.)

Серия	Название
BO	Спутниковое радиовещание
BR	Запись для производства, архивирования и воспроизведения; пленки для телевидения
BS	Радиовещательная служба (звуковая)
<b>BT</b>	<b>Радиовещательная служба (телевизионная)</b>
F	Фиксированная служба
M	Подвижная спутниковая служба, спутниковая служба радиоопределения, любительская спутниковая служба и относящиеся к ним спутниковые службы
P	Распространение радиоволн
RA	Радиоастрономия
RS	Системы дистанционного зондирования
S	Фиксированная спутниковая служба
SA	Космические применения и метеорология
SF	Совместное использование частот и координация между системами фиксированной спутниковой службы и фиксированной службы
SM	Управление использованием спектра
SNG	Спутниковый сбор новостей
TF	Передача сигналов времени и эталонных частот
V	Словарь и связанные с ним вопросы

*Примечание.* – Настоящая Рекомендация МСЭ-R утверждена на английском языке в соответствии с процедурой, изложенной в Резолюции 1 МСЭ-R.

Электронная публикация  
Женева, 2011 г.

© ITU 2011

Все права сохранены. Ни одна из частей данной публикации не может быть воспроизведена с помощью каких бы то ни было средств без предварительного письменного разрешения МСЭ.

## РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R ВТ.1887

**Передача пакетов IP в транспортных потоках MPEG-2  
при мультимедийном радиовещании**

(Вопрос МСЭ-R 45-2/6)

(2011)

**Сфера применения**

Настоящая Рекомендация посвящена передаче пакетов IP в транспортных потоках MPEG-2 при цифровом мультимедийном радиовещании. В ней приведены спецификации методов инкапсуляции и методов сжатия заголовка IP.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

*учитывая,*

- a) что при цифровом радиовещании может обеспечиваться доставка различных видов сигналов мультимедийных услуг;
- b) что в качестве методов транспортировки и мультиплексирования сигналов услуг в большинстве систем цифрового радиовещания принята Рекомендация МСЭ-T Н.222.0 (системы MPEG-2);
- c) что по мере все более широкого развития сетей электросвязи, базирующихся на протоколе IP, пакет IP стал еще одним методом транспортировки различных видов сигналов;
- d) что увеличивается потребность в согласовании услуг радиовещания с услугами электросвязи;
- e) что для существующих систем цифрового радиовещания, в которых в качестве формата входного потока поддерживается только транспортный поток MPEG-2, желательно иметь возможность передачи пакетов IP в транспортном потоке MPEG-2;
- f) что целесообразно ограничить число различных схем инкапсуляции, используемых в различных системах радиовещания,

*рекомендует,*

**1** чтобы для передачи пакетов IP в транспортных потоках MPEG-2 при мультимедийном радиовещании использовались схемы инкапсуляции, приведенные в Приложении 1;

**2** чтобы соблюдение положений настоящей Рекомендации осуществлялось на добровольной основе. Однако эта Рекомендация может содержать некоторые обязательные положения (например, для обеспечения функциональной совместимости или возможности применения), и в таком случае соблюдение Рекомендации достигается при выполнении всех этих обязательных положений. Для выражения требований используются слова "должен" ("shall") или некоторые другие обязывающие выражения, такие как "обязан" ("must"), а также их отрицательные формы. Употребление таких слов ни коим образом не следует интерпретировать как обязанность частичного или полного соблюдения положений настоящей Рекомендации.

## Приложение 1

### Передача пакетов IP в транспортных потоках MPEG-2 при мультимедийном радиовещании

#### Справочные документы

##### Нормативные справочные документы

- [1] Рекомендация МСЭ-T Н.222.0 (2006 г.) – Информационная технология – Общее кодирование подвижных изображений и соответствующей аудиоинформации: Системы.
- [2] ISO/IEC 13818-6 (1998) – Information technology – Generic coding of moving pictures and associated audio information – Part 6: Extensions for DSM-CC.
- [3] Рекомендация МСЭ-R ВТ.1869 (2010 г.) – Схема мультиплексирования для пакетов переменной длины в системах модуляции цифрового мультимедийного радиовещания.
- [4] ETF RFC 3095 (July 2001): Robust Header Compression (ROHC): Framework and four profiles: RTP, UDP, ESP, and uncompressed.  
Этот стандарт IETF размещен по следующему адресу: <http://www.ietf.org/rfc/rfc3095.txt>.
- [5] IETF RFC 4326 (December 2005): Unidirectional Lightweight Encapsulation (ULE) for Transmission of IP Datagrams over an MPEG-2 Transport Stream (TS).  
Этот стандарт IETF размещен по следующему адресу: <http://www.ietf.org/rfc/rfc4326.txt>.
- [6] ATSC Doc. A/90 (July 2000): ATSC Data Broadcast Standard.
- [7] ATSC Doc. A/92 (January 2002): ATSC Standard: Delivery of IP Multicast Sessions over ATSC Data Broadcast.
- [8] ETSI EN 301 192 v1.5.1 (2009-11): Digital Video Broadcasting (DVB); DVB specification for data broadcasting.
- [9] IETF RFC 791 (September 1981): Internet Protocol.  
Этот стандарт IETF размещен по следующему адресу: <http://www.ietf.org/rfc/rfc791.txt>.
- [10] IETF RFC 2460 (December 1998): Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification.  
Этот стандарт IETF размещен по следующему адресу: <http://www.ietf.org/rfc/rfc2460.txt>.
- [11] ISO/IEC 8802-2 (1998): Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 2: Logical link control.
- [12] ISO/IEC TR 8802-1 (2001): Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 1: Overview of Local Area Network Standards.
- [13] Recommendation ITU-T J.122 (2007) – Second-generation transmission systems for interactive cable television services – IP cable modems.
- [14] Recommendation ITU-T J.222.2 (2007) – Third-generation transmission systems for interactive cable television services – IP cable modems: MAC and Upper Layer protocols.

**Сокращения**

ATSC	Advanced Television Systems Committee		Комитет по передовым телевизионным системам
CRC	Cyclic Redundancy Check		Проверка циклическим избыточным кодом
DSM-CC	Digital Storage Media-Command and Control		Контроль и управление цифрового запоминающего устройства
DVB	Digital Video Broadcast		Цифровое телевизионное вещание
ESP	Encapsulating Security Payload		Инкапсуляция полезной нагрузки безопасности
ETSI	European Telecommunications Standards Institute	(ETSI)	Европейский институт стандартизации электросвязи
HCfB	Header Compression for Broadcasting		Сжатие заголовка в радиовещании
IEC	International Electrotechnical Commission		Международная электротехническая комиссия
IETF	Internet Engineering Task Force		Целевая группа по инженерным проблемам Интернета
IP	Internet Protocol		Протокол Интернет
ISO	International Organization for Standardization	(ISO)	Международная организация по стандартизации
LLC	Logical Link Control		Управление логическим звеном
MAC	Media Access Control		Управление доступом к среде передачи данных
MPE	Multi-Protocol Encapsulation		Многопротокольная инкапсуляция
MPEG	Moving Pictures Experts Group		Группа экспертов по кодированию движущихся изображений
PDU	Protocol Data Unit		Блок данных протокола
PES	Packetized Elementary Stream		Пакетированный элементарный поток
RFC	Request For Comment (IETF standard)		Запрос комментариев (стандарт IETF)
ROHC	Robust Header Compression		Надежное сжатие заголовка
RTP	Real-time Transport Protocol		Протокол транспортирования реального времени
SNAP	SubNetwork Attachment Point		Пункт присоединения подсети
SNDU	SubNetwork Data Unit		Блок данных подсети
TS	Transport Stream		Транспортный поток
UDP	User Datagram Protocol		Протокол дейтаграмм пользователя
ULE	Unidirectional Lightweight Encapsulation		Однонаправленная упрощенная инкапсуляция

**1 Введение**

Во многих развернутых системах цифрового радиовещания при передаче в качестве формата входного потока используется транспортный поток MPEG-2 [1]. В таких системах радиовещания существует две возможных процедуры передачи пакетов IP в транспортном потоке MPEG-2: первая – инкапсуляция в частный поток в рамках транспортного потока MPEG-2, как показано на рис. 1, и вторая – инкапсуляция в секцию транспортного потока MPEG-2, как показано на рис. 2.

В связи с тем что в каналах радиовещания не требуется информация заголовка IP, то перед инкапсуляцией заголовков можно сжать, что приведет к повышению эффективности.

РИСУНОК 1

**Стек протоколов инкапсуляции пакета IP в частный поток  
в рамках транспортного потока MPEG-2**

Мультимедийное радиовещание		
Видео и аудио	Пакет IP	
	Сжатие заголовка IP	
PES	Частные данные	
Поток		Секция
Транспортный поток MPEG-2		
Кодирование канала и модуляция		
Физический уровень (наземный/спутниковый)		

ВТ.1887-01

РИСУНОК 2

**Стек протоколов инкапсуляции пакета IP в секцию транспортного потока MPEG-2**

Мультимедийное радиовещание		
Видео и аудио	Данные и управление	Пакет IP
		Сжатие заголовка IP
PES		
Поток	Секция	
Транспортный поток MPEG-2		
Кодирование канала и модуляция		
Физический уровень (наземный/спутниковый)		

ВТ.1887-02

## 2 Методы инкапсуляции пакетов IP в транспортный поток MPEG-2

### 2.1 Инкапсуляция пакетов IP в частный поток в рамках транспортного потока MPEG-2

Однонаправленная упрощенная инкапсуляция (ULE), определенная в IETF RFC 4326 [5], представляет собой один из методов инкапсуляции пакетов IP и пакетов других сетевых протоколов в транспортный поток MPEG-2 в виде частных данных.

Передаваемый пакет, например, пакет IP называется блоком данных протокола (PDU). Каждый PDU инкапсулируется в блок данных подсети (SNDU) путем добавления заголовка инкапсуляции, а также контейнера проверки целостности. В Таблице 1 указан синтаксис блока SNDU. Любой блок SNDU разбивается на последовательность, состоящую из одного или нескольких пакетов транспортного потока MPEG-2.

ТАБЛИЦА 1  
Синтаксис SNDU

Синтаксис	Количество битов	Мнемоника
SNDU {		
destination_address_absent_flag	1	bslbf
length	15	uimsbf
type	16	uimsbf
if( destination_address_absent_flag=="0")		
destination_address	48	uimsbf
if( type==0x0800 )		
IPv4_packet ()		
else if ( type==0x86DD )		
IPv6_packet ()		
else if (type==[T.B.D] )		
compressed_ip_packet ()		
else if (type==[T.B.D] )		
compressed_ip_packet_ROHC ()		
CRC_32	32	rpchof
}		

**destination\_address\_absent\_flag** – указывает на отсутствие поля destination\_address (адрес получателя). Значение "0" указывает на наличие поля destination\_address. Значение "1" указывает, что поле destination\_address отсутствует.

**length** – указывает длину блока SNDU в байтах, которая считается от байта, следующего за полем type, до поля CRC\_32 включительно.

**type** – указывает тип полезной нагрузки, передаваемой в блоке SNDU, или же наличие следующего заголовка.

**destination\_address** – определяет приемник(и), который(ые) обрабатывает(ют) полученный блок SNDU.

**IPv4\_packet ()** – указывает пакет IPv4, который имеет заголовок IPv4, определенный в RFC 791 [9].

**IPv6\_packet ()** – указывает пакет IPv6, который имеет заголовок IPv6, определенный в RFC 2460 [10].

**compressed\_ip\_packet ()** – указывает пакет IP, в котором имеются сжатые заголовки, представленные в п. 3.1 настоящей Рекомендации и в п. 4 Рекомендации МСЭ-R ВТ.1869.

**compressed\_ip\_packet\_ROHC ()** – указывает пакет IP, имеющий заголовки, которые сжаты с использованием надежного сжатия заголовка (ROHC) [4], показанного в п. 3.2 настоящей Рекомендации.

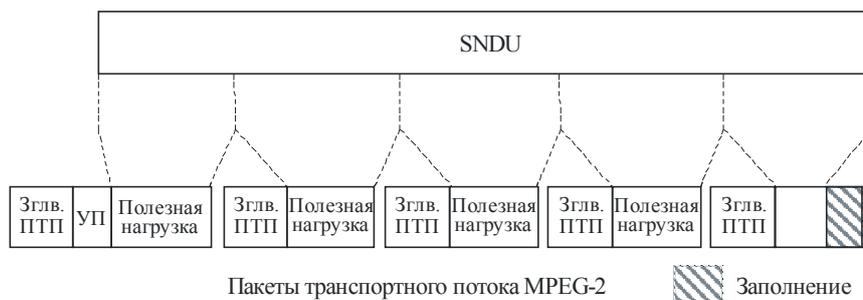
**CRC\_32** – это поле соответствует Рекомендации МСЭ-T Н.222.0.

Блок SNDU распределяется в виде полезной нагрузки по последовательности пакетов транспортного потока. Существует две процедуры распределения: заполнение и уплотнение. Обзор процедур заполнения и уплотнения приведен, соответственно, на рисунках 3 и 4. Процедура уплотнения является дополнительной и может определяться для каждой сессии или каждого блока SNDU.

При использовании процедуры заполнения, после того как один блок SNDU инкапсулирован в последовательность пакетов транспортного потока MPEG-2, незамедлительная инкапсуляция очередного блока SNDU не происходит, даже если в частично заполненном пакете транспортного потока имеется свободное пространство. В данной процедуре обеспечивается улучшенная задержка в обмен на пониженную эффективность.

РИСУНОК 3

**Инкапсуляция блока в пакеты транспортного потока MPEG-2 с использованием процедуры заполнения**



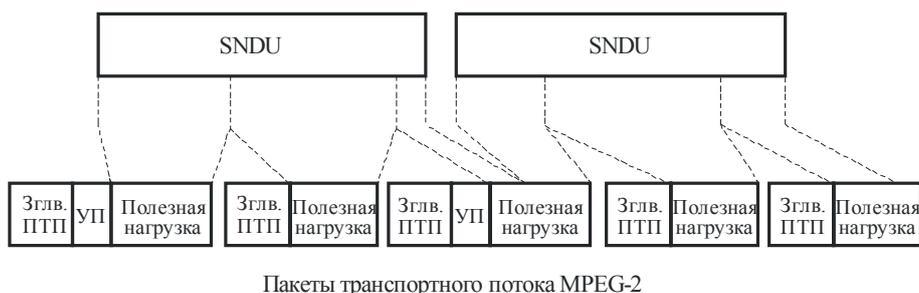
\*УП: указатель полезной нагрузки \*Зглов. ПТП: заголовок пакета транспортного потока

ВТ.1887-03

В свою очередь, при использовании процедуры уплотнения, если требуется передать дополнительные блоки SNDU, а в полезной нагрузке пакета транспортного потока MPEG-2 имеется достаточно свободного пространства, то за уже инкапсулированным блоком SNDU последует еще один блок SNDU, для которого будет использован очередной свободный байт полезной нагрузки пакета транспортного потока.

РИСУНОК 4

**Инкапсуляция блоков SNDU в пакеты транспортного потока MPEG-2 с использованием процедуры уплотнения**



\*УП: указатель полезной нагрузки \*Зглов. ПТП: заголовок пакета транспортного потока

ВТ.1887-04

## 2.2 Инкапсуляция пакетов IP в секцию транспортного потока MPEG-2

Существуют следующие две схемы инкапсуляции пакетов IP в секцию транспортного потока MPEG-2.

### 2.2.1 Многопротокольная инкапсуляция [6]; [7]

Пакет IP инкапсулируется адресуемую секцию DSM-CC. Синтаксис такой секции, предназначенный для инкапсуляции пакета IP, указан в Таблице 2. Преобразование секции в пакеты транспортного потока MPEG-2 определено в Рекомендации МСЭ-T Н.220.0.

ТАБЛИЦА 2  
Синтаксис DSM-CC\_addressable\_section

Синтаксис	Количество битов	Мнемоника
DSMCC_addressable_section () {		
table_id	8	uimsbf
section_syntax_indicator	1	bslbf
error_detection_type	1	bslbf
reserved	2	bslbf
section_length	12	uimsbf
deviceID[7...0]	8	uimsbf
deviceID[15...8]	8	uimsbf
reserved	2	bslbf
payload_scrambling_control	2	bslbf
address_scrambling_control	2	bslbf
LLC_SNAP_flag	1	bslbf
current_next_indicator	1	bslbf
section_number	8	uimsbf
last_section_number	8	uimsbf
deviceID[23...16]	8	uimsbf
deviceID[31...24]	8	uimsbf
deviceID[39...32]	8	uimsbf
deviceID[47...40]	8	uimsbf
if (LLC_SNAP_flag=="1") {		
LLC_SNAP()		
} else {		
for (j=0; j<N; j++) {		
IPv4_packet ( )		
}		
}		
if(section_number == last_section_number) {		
for(j=0; j<N; j++) {		
stuffing_byte	8	bslbf
}		
}		
if (error_detection_type=="1") {		
checksum	32	uimsbf
} else {		
CRC_32	32	rpchof
}		
}		

**table\_id** – это поле определяет тип секции DSM-CC, к которому относится эта секция. В случае адресуемой секции DSM-CC значение этого поля установлено в "0x3F".

**section\_syntax\_indicator** – это однобитовый флаг. Если его значение установлено в "1", это указывает на наличие поля CRC\_32. Если значение установлено в "0", это указывает на наличие поля checksum.

**error\_detection\_type** – это однобитовый флаг. Если его значение установлено в "1", это указывает на наличие поля checksum. Если значение установлено в "0", это указывает на наличие поля CRC\_32.

**reserved** – значение этого двухбитового поля установлено в "11".

**section\_length** – это поле определяет количество оставшихся байтов секции, которые следуют непосредственно за полем section\_length вплоть до конца секции и включают поле checksum или поле CRC\_32.

**deviceId** – это 48-битовое поле определяет намеченное приемное устройство. Поле deviceId образуется путем надлежащего объединения полей deviceId[47..40], deviceId[39..32], deviceId[31..24], deviceId[23..16], deviceId[15..8] и deviceId[7..0], представляющих биты с номерами, соответственно, от 47 до 40, от 39 до 32, от 31 до 24, от 23 до 16, от 15 до 8 и от 7 до 0.

**payload\_scrambling\_control** – это поле определяет режим скремблирования полезной нагрузки, которая включает полезную нагрузку, начинающуюся после байта deviceId[47..40] byte, и не включает поле checksum или CRC\_32.

**address\_scrambling\_control** – это поле определяет режим скремблирования поля deviceId.

**LLC\_SNAP\_flag** – это однобитовый флаг. Если значение этого флага установлено в "1", то после поля deviceId[47..40] в полезной нагрузке передается инкапсулированная дейтаграмма LLC/SNAP. Если его значение установлено в "0", то в секции содержится пакет IPv4 без инкапсуляции LLC/SNAP.

**current\_next\_indicator** – это однобитовый флаг. Если значение поля table\_id лежит в диапазоне от 0x3A до 0x3C, то этот бит установлен в "1". В противном случае значение и использование поля определяются пользователем.

**section\_number** – значение и использование поля определяются пользователем.

**last\_section\_number** – это поле установлено в максимальное значение, зашифрованное в поле section\_number, для того же самого поля table\_id.

**LLC\_SNAP()** – в этой структуре содержится дейтаграмма, соответствующая стандартам ИСО/МЭК 8802-2 (управление логическим звеном (LLC)) [11] и ИСО/МЭК 8802-1 (пункт присоединения подсети (SNAP)) [12].

**IPv4\_packet ()** – это поле указывает пакет IPv4, содержащий заголовок IPv4, который определен в RFC 791 [9].

**stuffing\_byte** – это дополнительное 8-битовое поле, значение которого не определено.

**checksum** – 32-битовая контрольная сумма, рассчитанная для всей секции DSMCC\_addressable\_section. Она рассчитывается путем представления секции DSMCC\_addressable\_section в виде последовательности 32-битовых целых чисел, над которыми выполняется суммирование их поразрядных дополнений (операция "ИСКЛЮЧИТЕЛЬНОЕ ИЛИ"), при этом первым следует самый старший двоичный разряд; далее формируется поразрядное дополнение полученной суммы.

**CRC\_32** – это поле соответствует Рекомендации МСЭ-T Н.222.0.

### 2.2.2 Многопротокольная инкапсуляция [8]

Пакет IP инкапсулируется в секцию datagram\_section, которая соответствует формату DSMCC\_section [2]. Синтаксис datagram\_section указан в Таблице 3. Преобразование секции в пакеты транспортного потока MPEG-2 определено в Рекомендации МСЭ-T Н.222.0.

ТАБЛИЦА 3  
Синтаксис datagram\_section

Синтаксис	Количество битов	Мнемоника
datagram_section () {		
table_id	8	uimsbf
section_syntax_indicator	1	bslbf
private_indicator	1	bslbf
reserved	2	bslbf
section_length	12	uimsbf
MAC_address_6	8	uimsbf
MAC_address_5	8	uimsbf
reserved	2	bslbf
payload_scrambling_control	2	bslbf
address_scrambling_control	2	bslbf
LLC_SNAP_flag	1	bslbf
current_next_indicator	1	bslbf
section_number	8	uimsbf
last_section_number	8	uimsbf
MAC_address_4	8	uimsbf
MAC_address_3	8	uimsbf
MAC_address_2	8	uimsbf
MAC_address_1	8	uimsbf
if (LLC_SNAP_flag == "1") {		
LLC_SNAP()		
} else {		
for (j=0; j<N; j++) {		
IPv4_packet ( )		
}		
}		
if(section_number == last_section_number) {		
for(j=0; j<N; j++) {		
stuffing_byte	8	bslbf
}		
}		
if (section_syntax_indicator == "0") {		
checksum	32	uimsbf
} else {		
CRC_32	32	rpchof
}		
}		

**table\_id** – это поле определяет тип секции DSM-CC, к которому относится эта секция. В случае секции DSM-CC, содержащей частные данные, значение этого поля установлено в "0x3F".

**section\_syntax\_indicator** – это однобитовый флаг. Если его значение установлено в "1", это указывает на наличие поля CRC\_32. Если значение установлено в "0", это указывает на наличие поля checksum.

**private\_indicator** – это однобитовый флаг. Его значение устанавливается обратным к значению флага section\_syntax\_indicator flag.

**reserved** – значение этого двухбитового поля установлено в "11".

**section\_length** – это поле определяет количество оставшихся байтов секции, которые следуют непосредственно за полем section\_length вплоть до конца секции и включают поле checksum или поле CRC\_32.

**MAC\_address** – это 48-битовое поле содержит MAC-адрес получателя. MAC-адрес разбивается на шесть 8-битовых полей с названиями от MAC\_address\_1 до MAC\_address\_6.

**payload\_scrambling\_control** – это поле определяет режим скремблирования полезной нагрузки, которая включает полезную нагрузку, начинающуюся после байта MAC\_address\_1, и не включает поле checksum или CRC\_32.

**address\_scrambling\_control** – это поле определяет режим скремблирования поля MAC-адреса.

**LLC\_SNAP\_flag** – это однобитовый флаг. Если значение этого флага установлено в "1", то после поля MAC\_address\_1 в полезной нагрузке передается инкапсулированная дейтаграмма LLC/SNAP. Если его значение установлено в "0", то в секции содержится пакет IPv4 без инкапсуляции LLC/SNAP.

**current\_next\_indicator** – это однобитовый флаг. Если значение поля table\_id лежит в диапазоне от 0x3A до 0x3C, то этот бит установлен в "1". В противном случае значение и использование поля определяются пользователем.

**section\_number** – если дейтаграмма передается во многих секциях, это поле указывает положение секции в процессе фрагментации. В противном случае его значение установлено в "0".

**last\_section\_number** – это поле указывает номер последней секции, которая используется для передачи дейтаграммы, т. е. номер последней секции в процессе фрагментации.

**LLC\_SNAP()** – в этой структуре содержится дейтаграмма, соответствующая стандартам ИСО/МЭК 8802-2 (Управление логическим звеном (LLC)) [11] и ИСО/МЭК 8802-1 (пункт присоединения подсети (SNAP)) [12].

**IPv4\_packet ( )** – это поле указывает пакет IPv4, содержащий заголовок IPv4, который определен в RFC 791 [9].

**stuffing\_byte** – это дополнительное 8-битовое поле, значение которого не определено.

**checksum** – 32-битовая контрольная сумма, рассчитанная для всей секции DSMCC\_addressable\_section. Она рассчитывается путем представления секции DSMCC\_addressable\_section в виде последовательности 32-битовых целых чисел, над которыми выполняется суммирование их поразрядных дополнений (операция "ИСКЛЮЧИТЕЛЬНОЕ ИЛИ"), при этом первым следует самый старший двоичный разряд; далее формируется поразрядное дополнение полученной суммы.

**CRC\_32** – это поле соответствует Рекомендации МСЭ-Т Н.222.0.

### 3 Сжатие заголовка IP

В каждом пакете IP, как правило, отводится минимум 20 байт на заголовок IPv4 или 40 байт на заголовок IPv6. В соответствии с этими заголовками маршрутизаторам сетей электросвязи требуется решать, каким образом передавать каждый пакет. Следовательно, эти заголовки имеют большое значение в сетях электросвязи.

С другой стороны они не требуются в каналах радиовещания, поскольку в этих каналах все пакеты просто передаются на приемники. Если сжать эту неиспользуемую информацию заголовка, то можно увеличить пропускную способность.

Пакет со сжатым заголовком может передаваться в пакетах транспортного потока MPEG-2 с использованием методов ULE или MPE. Для сжатия информации заголовка IP имеются следующие две схемы. Необходимо указывать, какая схема сжатия заголовка используется.

### **3.1 Сжатие заголовка в радиовещании [3]**

В этом методе сжатия заголовка, который определен в п. 4 Рекомендации МСЭ-R ВТ.1869, в большинстве пакетов заголовки IP и UDP заменяются сжатыми заголовками размером 3 или 5 байтов. При доставке контента с использованием пакетов IP большинство полей в этих заголовках не меняется в процессе соединения. После завершения передачи одного несжатого заголовка не требуется обязательная передача полей следующих пакетов, содержащих те же самые значения. В соответствии с этим принципом заголовки IP и UDP, содержащие всю информацию, передаются с большими промежутками, и почти во всех пакетах передаются сжатые заголовки.

Сжатые заголовки восстанавливаются в приемнике путем заполнения их содержанием заголовка одного из предыдущих пакетов, в котором содержится вся информация заголовка.

### **3.2 U-режим надежного сжатия заголовка [4]**

Это высоконадежный и эффективный метод сжатия заголовка, применимый к заголовкам RTP/UDP/IP, UDP/IP и ESP/IP. Он был разработан в связи с тем, что существующие методы сжатия заголовка не вполне оправданы при использовании на линиях со значительными коэффициентами ошибок и длительным временем прохождения сигнала в обоих направлениях.

Для обеспечения надежности определены и используются в зависимости от ситуации три метода работы: однонаправленный режим (U-режим), двунаправленный оптимистичный режим (O-режим) и двунаправленный надежный режим (R-режим). Несмотря на то что этот метод сжатия заголовка, как правило, используется в двунаправленных каналах, он может использоваться и в однонаправленных каналах, таких как каналы радиовещания, если он работает в U-режиме.

---