

# МСЭ-Т

СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ  
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ МСЭ

# G.9963

**Поправка 1**  
(04/2021)

СЕРИЯ G: СИСТЕМЫ И СРЕДА ПЕРЕДАЧИ,  
ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

Сети доступа – Внутренние сети

---

Унифицированные высокоскоростные  
приемопередатчики для организации проводных  
домашних сетей – Спецификация системы  
с многими входами и многими выходами

## Поправка 1

Рекомендация МСЭ-Т G.9963 (2018) – Поправка 1

РЕКОМЕНДАЦИИ МСЭ-Т СЕРИИ G  
**СИСТЕМЫ И СРЕДА ПЕРЕДАЧИ, ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ**

МЕЖДУНАРОДНЫЕ ТЕЛЕФОННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ И ЦЕПИ	G.100–G.199
ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ОБЩИЕ ДЛЯ ВСЕХ АНАЛОГОВЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ	G.200–G.299
ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕЖДУНАРОДНЫХ СИСТЕМ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ ПО МЕТАЛЛИЧЕСКИМ ЛИНИЯМ	G.300–G.399
ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕЖДУНАРОДНЫХ СИСТЕМ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ НА ОСНОВЕ РАДИОРЕЛЕЙНЫХ ИЛИ СПУТНИКОВЫХ ЛИНИЙ И ИХ СОЕДИНЕНИЕ С МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ ПРОВОДНЫМИ ЛИНИЯМИ	G.400–G.449
КООРДИНАЦИЯ РАДИОТЕЛЕФОНИИ И ПРОВОДНОЙ ТЕЛЕФОНИИ	G.450–G.499
ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДЫ ПЕРЕДАЧИ И ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ	G.600–G.699
ЦИФРОВОЕ ОКОНЕЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	G.700–G.799
ЦИФРОВЫЕ СЕТИ	G.800–G.899
ЦИФРОВЫЕ УЧАСТКИ И СИСТЕМА ЦИФРОВЫХ ЛИНИЙ	G.900–G.999
КАЧЕСТВО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ – ОБЩИЕ И СВЯЗАННЫЕ С ПОЛЬЗОВАТЕЛЕМ АСПЕКТЫ	G.1000–G.1999
ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДЫ ПЕРЕДАЧИ	G.6000–G.6999
ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ ПО ТРАНСПОРТНЫМ СЕТЯМ – ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	G.7000–G.7999
АСПЕКТЫ ПЕРЕДАЧИ ПАКЕТОВ ПО ТРАНСПОРТНЫМ СЕТЯМ	G.8000–G.8999
СЕТИ ДОСТУПА	G.9000–G.9999
Сети доступа на металлических кабелях	G.9700–G.9799
Системы оптических линий для местных сетей и сетей доступа	G.9800–G.9899
<b>Внутренние сети</b>	<b>G.9900–G.9999</b>

*Для получения более подробной информации просьба обращаться к перечню Рекомендаций МСЭ-Т.*

## Рекомендация МСЭ-Т G.9963

### Унифицированные высокоскоростные приемопередатчики для организации проводных домашних сетей – Спецификация системы с многими входами и многими выходами

#### Поправка 1

##### Резюме

Рекомендация МСЭ-Т G.9963 относится к семейству Рекомендаций МСЭ-Т G.996х. В Рекомендации МСЭ-Т G.9963 приведены дополнения и изменения к Рекомендациям МСЭ-Т G.9960 и МСЭ-Т G.9961, необходимые для приемопередатчиков для организации домашних сетей со многими входами и многими выходами (ММО), которые могут работать, используя кабельную сеть внутри помещений. Приемопередатчики ММО способны осуществлять передачу и прием по трем проводам линии электропередачи (фаза, нейтральный и заземление). В настоящей Рекомендации также указаны средства, с помощью которых приемопередатчики, соответствующие Рекомендациям МСЭ-Т G.9960, МСЭ-Т G.9961 и МСЭ-Т G.9963, взаимодействуют при использовании одних и тех же кабелей.

Поправка 1 обеспечивает согласование настоящей Рекомендации с Рекомендациями МСЭ-Т G.9960, МСЭ-Т G.9961 и МСЭ-Т G.9962.

##### Хронологическая справка

Издание	Рекомендация	Утверждено	Исследовательская комиссия	Уникальный идентификатор*
1.0	МСЭ-Т G.9963	16.12.2011 г.	15-я	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/11404">11.1002/1000/11404</a>
1.1	МСЭ-Т G.9963 (2011) Попр. 1	13.01.2014 г.	15-я	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/12083">11.1002/1000/12083</a>
1.2	МСЭ-Т G.9963 (2011) Испр. 1	04.04.2014 г.	15-я	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/12082">11.1002/1000/12082</a>
2.0	МСЭ-Т G.9963	03.07.2015 г.	15-я	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/12402">11.1002/1000/12402</a>
2.1	МСЭ-Т G.9963 (2015) Испр. 1	13.04.2016 г.	15-я	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/12819">11.1002/1000/12819</a>
2.2	МСЭ-Т G.9963 (2015) Попр. 1	22.07.2016 г.	15-я	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/12820">11.1002/1000/12820</a>
3.0	МСЭ-Т G.9963	29.11.2018 г.	15-я	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/13778">11.1002/1000/13778</a>
3.1	МСЭ-Т G.9963 (2018) Попр. 1	24.04.2021 г.	15-я	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/14533">11.1002/1000/14533</a>

##### Ключевые слова

Архитектура, уровень DLL, G.hn, ММО, телефонная линия, физический уровень, линия электропередачи.

\* Для получения доступа к Рекомендации наберите в адресном поле вашего браузера URL <http://handle.itu.int/>, после которого укажите уникальный идентификатор Рекомендации. Например, <http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en>.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Международный союз электросвязи (МСЭ) является специализированным учреждением Организации Объединенных Наций в области электросвязи и информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). Сектор стандартизации электросвязи МСЭ (МСЭ-Т) – постоянный орган МСЭ. МСЭ-Т отвечает за изучение технических, эксплуатационных и тарифных вопросов и за выпуск Рекомендаций по ним в целях стандартизации электросвязи на всемирной основе.

На Всемирной ассамблее по стандартизации электросвязи (ВАСЭ), которая проводится каждые четыре года, определяются темы для изучения Исследовательскими комиссиями МСЭ-Т, которые, в свою очередь, вырабатывают Рекомендации по этим темам.

Утверждение Рекомендаций МСЭ-Т осуществляется в соответствии с процедурой, изложенной в Резолюции 1 ВАСЭ.

В некоторых областях информационных технологий, которые входят в компетенцию МСЭ-Т, необходимые стандарты разрабатываются на основе сотрудничества с ИСО и МЭК.

## ПРИМЕЧАНИЕ

В настоящей Рекомендации термин "администрация" используется для краткости и обозначает как администрацию электросвязи, так и признанную эксплуатационную организацию.

Соблюдение положений данной Рекомендации осуществляется на добровольной основе. Однако данная Рекомендация может содержать некоторые обязательные положения (например, для обеспечения функциональной совместимости или возможности применения), и в таком случае соблюдение Рекомендации достигается при выполнении всех указанных положений. Для выражения требований используются слова "следует", "должен" (shall) или некоторые другие обязывающие выражения, такие как "обязан" (must), а также их отрицательные формы. Употребление таких слов не означает, что от какой-либо стороны требуется соблюдение положений данной Рекомендации.

## ПРАВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

МСЭ обращает внимание на вероятность того, что практическое применение или выполнение настоящей Рекомендации может включать использование заявленного права интеллектуальной собственности. МСЭ не занимает какую бы то ни было позицию относительно подтверждения, действительности или применимости заявленных прав интеллектуальной собственности независимо от того, доказываются ли такие права членами МСЭ или другими сторонами, не относящимися к процессу разработки Рекомендации.

На момент утверждения настоящей Рекомендации МСЭ не получил извещения об интеллектуальной собственности, защищенной патентами/авторскими правами на программное обеспечение, которые могут потребоваться для выполнения настоящей Рекомендации. Однако те, кто будет применять Рекомендацию, должны иметь в виду, что вышесказанное может не отражать самую последнюю информацию, и поэтому им настоятельно рекомендуется обращаться к соответствующим базам данных МСЭ-Т, доступным на веб-сайте МСЭ-Т по адресу <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© ITU 2023

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.

## СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Поправка 1.....	i
1 Сфера применения .....	1
2 Справочные документы .....	1
3 Определения .....	2
3.1 Термины, определенные в других документах .....	2
3.2 Термины, определенные в настоящей Рекомендации .....	2
4 Сокращения и акронимы .....	3
5 Архитектура и эталонные модели домашней сети .....	4
6 Профили .....	4
7 Спецификация физического уровня .....	4
7.1 Спецификация интерфейсов, не зависящих от среды передачи .....	4
7.2 Спецификация, зависящая от среды передачи .....	48
8 Спецификация уровня линии передачи данных приемопередатчика ММО .....	48
8.1 Функциональная модель и форматы кадров .....	48
8.2 Доступ к среде передачи, контролируемый MAP .....	48
8.3 Интервалы, доступные для передачи (ТХОР), и временные интервалы (TS) .....	48
8.4 Параметры управления APC, LLC и MAC .....	48
8.5 Функции конечного узла .....	49
8.6 Функциональные возможности главного узла домена .....	49
8.7 Схема адресации .....	50
8.8 Кадр плана доступа к среде передачи (MAP) .....	50
8.9 Протокол повторной передачи и подтверждения .....	51
8.10 Формат сообщений управления и контроля .....	51
8.11 Протокол оценки канала .....	53
8.12 Управление установлением соединений .....	82
8.13 Лавинная рассылка сообщений .....	82
8.14 Работа в присутствии соседних доменов – координация распределенного домена (NDIM) .....	82
8.15 Сосуществование с чужими линиями электропередачи .....	82
8.16 Протокол многоадресной привязки РНУ .....	82
8.17 Многоадресный поток DLL .....	83
8.18 Функциональная совместимость частотных планов .....	83
8.19 Обмен информацией и сведениями о функциональных возможностях узлов .....	83
8.20 Получение показателей .....	83
8.21 Работа в энергосберегающих режимах .....	83
8.22 Протокол настройки и управления уровня 2 (LCMP) .....	83
8.23 ММО-передача .....	83
8.24 Последовательное сжатие полей сообщений управления .....	85

	<b>Стр.</b>
8.25 Сжатие полезной нагрузки в сообщениях управления .....	85
8.26 Пул TLV.....	85
9 Безопасность.....	85
Приложение А – Региональные требования для Северной Америки.....	86
Приложение В.....	86
Приложение С – Региональные требования для Японии .....	86
Приложение D – Международные радилюбительские диапазоны.....	86
Приложение E – Влияние МСЭ-Т G.9960 на службу VDSL2 .....	86
Приложение F .....	86
Приложение G – Тестовые векторы.....	87
Приложение H – Подуровень конвергенции протоколов прикладного уровня .....	87
Приложение I – Совместимость между передачами OFB профиля 1 и профиля 2.....	87
Приложение J – Управление доступом к сети на основе портов IEEE 802.1X .....	87
Приложение K к Приложению W .....	87
Приложение X – Тестовые векторы.....	88

## Рекомендация МСЭ-Т G.9963

### Унифицированные высокоскоростные приемопередатчики для организации проводных домашних сетей – Спецификация системы с многими входами и многими выходами

#### Поправка 1

*Примечание редактора. – Данная публикация содержит полный текст. Изменения, вносимые настоящей Поправкой, показаны в режиме отображения исправлений в тексте Рекомендации МСЭ-Т G.9963 (2018 г.).*

#### 1 Сфера применения

В настоящей Рекомендации приведены изменения к документам [ITU-T G.9960] и [ITU-T G.9961], необходимые для определения приемопередатчиков домашних сетей ММО для работы с использованием линий электропередачи или телефонных линий. В частности в эту Рекомендацию включено:

- описание функциональных моделей физического уровня (PHY) приемопередатчиков ММО;
- подробное описание необходимых модификаций (изменений и дополнений) в разделах Рекомендаций [ITU-T G.9960] и [ITU-T G.9961], посвященных уровням PHY и DLL;
- описание средств, с помощью которых приемопередатчики, соответствующие [ITU-T G.9960], [ITU-T G.9961] и настоящей Рекомендации [ITU-T G.9963], взаимодействуют при работе с использованием одних и тех же кабелей; и
- описание средств, благодаря которым передачи приемопередатчиков [ITU-T G.9963] не ухудшают характеристик приемопередатчиков, соответствующих [ITU-T G.9960] и [ITU-T G.9961], при работе с использованием одних и тех же кабелей.

Приемопередатчик [ITU-T G.9963] должен полностью соответствовать [ITU-T G.9960] и [ITU-T G.9961].

ПРИМЕЧАНИЕ. – В тех регионах или конкретных установках, где для сетевых розеток используются только два проводника в случае линии электропередачи или одна пара проводов в случае телефонного кабеля, модем, оснащенный приемопередатчиком ММО, будет вести себя как приемопередатчик [ITU-T G.9960].

[Поправка 1 приводит настоящую Рекомендацию в соответствие с \[ITU-T G.9960\], \[ITU-T G.9961\] и \[ITU-T G.9962\].](#)

#### 2 Справочные документы

Указанные ниже Рекомендации МСЭ-Т и другие справочные документы содержат положения, которые путем ссылок на них в данном тексте составляют положения настоящей Рекомендации. На момент публикации указанные издания были действующими. Все Рекомендации и другие справочные документы могут подвергаться пересмотру; поэтому всем пользователям данной Рекомендации предлагается изучить возможность применения последнего издания Рекомендаций и других справочных документов, перечисленных ниже. Перечень действующих на настоящий момент Рекомендаций МСЭ-Т регулярно публикуется. Ссылка на документ, приведенный в настоящей Рекомендации, не придает ему как отдельному документу статус Рекомендации.

[ITU-T G.9960] Рекомендация МСЭ-Т G.9960 (2019 г.), *Унифицированные высокоскоростные приемопередатчики для организации проводных домашних сетей – Архитектура системы и спецификация физического уровня.*

[ITU-T G.9961] Рекомендация МСЭ-Т G.9961 (2019 г.), *Унифицированные высокоскоростные приемопередатчики для организации проводных домашних сетей – Спецификация уровня канала передачи данных.*

[\[ITU-T G.9962\] Рекомендация МСЭ-Т G.9962 \(2018 г.\), Унифицированные высокоскоростные приемопередатчики для организации проводных домашних сетей – Спецификация управления.](#)

[ITU-T G.9964] Рекомендация МСЭ-Т G.9964 (2011 г.), *Унифицированные высокоскоростные приемопередатчики для организации проводных домашних сетей – Спецификация спектральной плотности мощности.*

[ITU-T G.9991] Рекомендация МСЭ-Т G.9991 (2019 г.), *Приемопередатчик систем высокоскоростной связи на основе волн видимого света для использования внутри зданий – Архитектура системы, спецификация физического уровня и спецификация уровня канала передачи данных.*

### 3 Определения

#### 3.1 Термины, определенные в других документах

Если не указано иное, то должны применяться определения из [ITU-T G.9960] и [ITU-T G.9961].

#### 3.2 Термины, определенные в настоящей Рекомендации

В настоящей Рекомендации определены следующие термины.

**3.2.1 заземляющий проводник (ground conductor (G)):** Проводник распределительной электросети, по которому при нормальной работе электрический ток не проходит. Он обеспечивает низкоомный обратный путь тока замыкания на землю, возвращаемого в распределительный щит, для защиты персонала и оборудования и обеспечения срабатывания автоматического выключателя. В распределительном щите этот проводник соединяется с заземляющим электродом. В нормативных актах некоторых регионов это проводник заземления оборудования (EGC).

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Некоторые электроприборы не подключаются к заземляющему проводнику.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Нейтральный и заземляющий проводники обычно соединяются в распределительном щите и больше нигде, так как оба они соединены с заземляющим электродом.

**3.2.2 канал MIMO (MIMO channel):** Канал с несколькими входными портами (порты Tx) и несколькими выходными портами (порты Rx). Канал MIMO 2 X 2 имеет два порта Tx и два порта Rx.

**3.2.3 передача MIMO (MIMO transmission):** Передача, при которой один или два пространственных потока преобразуются в два потока передачи.

**3.2.4 нейтральный проводник (neutral conductor (N)):** Проводник распределительной электросети, который служит опорным проводником и обеспечивает путь возврата электрического тока, подаваемого по фазному проводнику (проводникам) электросети. В распределительном щите этот проводник может быть соединен с заземляющим электродом. В таких случаях в нормативных актах некоторых регионов это "заземленный проводник".

ПРИМЕЧАНИЕ. – Нейтральные проводники имеются не во всех распределительных электросетях. Термин "заземленный проводник" не следует путать с термином "заземляющий проводник", или EGC.

**3.2.5 фазный проводник (phase conductor (P)):** Проводник распределительной электросети, на который подается сетевое напряжение по отношению к опорному проводнику сети. В нормативных актах некоторых регионов это "линейный проводник".

**3.2.6 пространственный поток (spatial stream):** Поток данных, который может быть направлен для передачи через один или несколько портов.

**3.2.7 поток передачи (transmit stream):** Поток символов, созданный устройством отображения портов Tx. Каждый поток передачи назначается для передачи через определенный порт Tx.

**3.2.8 порт Tx (или Rx) (Tx (or Rx) port):** В случае линии электропередачи – физическое соединение с линией электропитания с использованием комбинации трех имеющихся проводников (фаза (P), нейтраль (N) и заземление (G)) для передачи и приема сигналов. Примером порта может служить пара проводников, такая как P-N, N-G или P-G. В случае телефонного кабеля – физическое соединение с парой проводников. Порт, используемый для передачи, называется портом Tx. Порт, используемый для приема, называется портом Rx.

**3.2.9 устройство отображения портов Tx (Tx port mapper):** Функция преобразования пар точек сигнального созвездия, присвоенных двум пространственным потокам на одной и той же поднесущей, в измененную пару сигналов, которые (после модуляции методом мультиплексирования с

ортогональным частотным разделением (OFDM), то есть обратного дискретного преобразования Фурье (IDFT)), подключаются к портам Tx.

#### 4 Сокращения и акронимы

В настоящей Рекомендации используются следующие сокращения и акронимы.

ACE	Additional Channel Estimation	Дополнительная оценка канала
APC	Application Protocol Convergence	Конвергенция протоколов прикладного уровня
BAT	Bit Allocation Table	Таблица распределения битов
BMAT	Bit and Tx port Mapping Allocation Table	Таблица соответствия битов и портов Tx
DLL	Data Link Layer	Уровень канала передачи данных
DOD	Domain identifier	Идентификатор домена
DSL	Digital Subscriber Line	Цифровая абонентская линия
EGC	Equipment Grounding Conductor	Проводник заземления оборудования
FEC	Forward Error Correction	Упреждающее исправление ошибок
IDFT	Inverse Discrete Fourier Transform	Обратное дискретное преобразование Фурье
IDPS	Inter-Domain Presence Signal	Сигнал междоменного присутствия
ISC	Inactive Sub-Carrier	Неактивная поднесущая
LFSR	Linear Feedback Shift Register	Сдвиговый регистр с линейной обратной связью
LSB	Least Significant Bit	Младший бит
MAC	Medium Access Control	Управление доступом к среде передачи
MAP	Medium Access Plan	План доступа к среде передачи
MAT	Mapping Allocation Table	Таблица соответствия
MDI	Medium-Dependent Interface	Интерфейс, зависящий от среды передачи
MIMO	Multiple Input/Multiple Output	Многоканальный вход/ многоканальный выход
MPDU	Media access control Protocol Data Unit	Блок данных протокола управления доступом к среде передачи
MSC	Masked Sub-Carrier	Замаскированная поднесущая
<b><u>OFB</u></b>	<b><u>Operational Frequency Band</u></b>	<b><u>Рабочая полоса частот</u></b>
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing	Мультиплексирование с ортогональным разделением частот
PCS	Physical Coding Sub-layer	Физический подуровень кодирования
PG	Precoding Grouping	Группирование в процессе предварительного кодирования
PHY	Physical layer	Физический уровень
PMA	Physical Medium Attachment	Подсоединение к физической среде передачи
PMD	Physical Medium Dependent	Подуровень, зависящий от физической среды передачи

PMI	Physical Medium-independent Interface	Интерфейс, не зависящий от физической среды передачи
PMSC	Permanently Masked Sub-Carrier	Постоянно маскируемая поднесущая
PR	Priority Resolution	Определение приоритета
PSD	Power Spectral Density	Спектральная плотность мощности
QoS	Quality of Service	Качество обслуживания
RMAP	Relayed Medium Access Plan	Передаваемый план доступа к среде передачи
RMSC	Regionally Masked Sub-Carrier	Поднесущая с региональной маскировкой
SM	Sub-carrier Mark	Метка поднесущей
SS	Spatial Stream	Пространственный поток
SSC	Supported Sub-Carrier	Поддерживаемая поднесущая
TPM	Tx Port Mapping	Отображение портов Tx
TS	Time Slot	Временной интервал
TXOP	Transmission Opportunity	Интервал, доступный для передачи

## 5 Архитектура и эталонные модели домашней сети

См. раздел 5 [ITU-T G.9960].

## 6 Профили

См. раздел 6 [ITU-T G.9960].

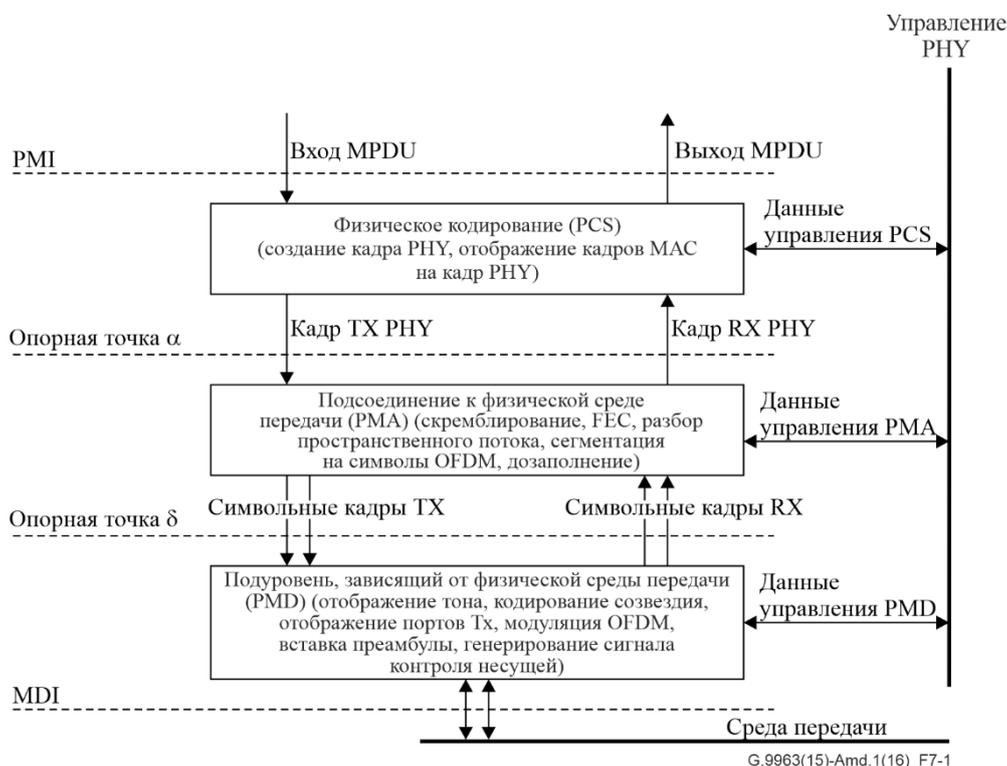
## 7 Спецификация физического уровня

### 7.1 Спецификация интерфейсов, не зависящих от среды передачи

#### 7.1.1 Функциональная модель физического уровня (PHY)

Как указано в разделе 1, приемопередатчик, совместимый с [ITU-T G.9963] (то есть приемопередатчик MIMO), должен полностью соответствовать [ITU-T G.9960] и [ITU-T G.9961]. Соответственно приемопередатчик MIMO может работать на основе функциональных моделей, описанных в пунктах 7.1.1 (общая модель PHY), 7.1.2 (PCS), 7.1.3 (PMA) и 7.1.4 (PMD) [ITU-T G.9960]. Такая работа, результатом которой является передача, описанная в [ITU-T G.9960], может использоваться в определенных случаях передачи, как указано в пункте 7.1.2.1.

На рисунке 7-1 представлена функциональная модель физического уровня приемопередатчика MIMO для случаев передачи MIMO. Физический интерфейс, не зависящий от среды передачи (PMI), и интерфейс, зависящий от среды передачи (MDI), представляют собой соответственно две разделительные опорные точки между PHY и управлением доступом к среде передачи (MAC) и между PHY и средой передачи. Внутренние опорные точки  $\delta$  и  $\alpha$  показывают разделение соответственно между уровнем, зависимым от физической среды передачи (PMD), и уровнем подсоединения к физической среде передачи (PMA) и между физическим подуровнем кодирования (PCS) и PMA.



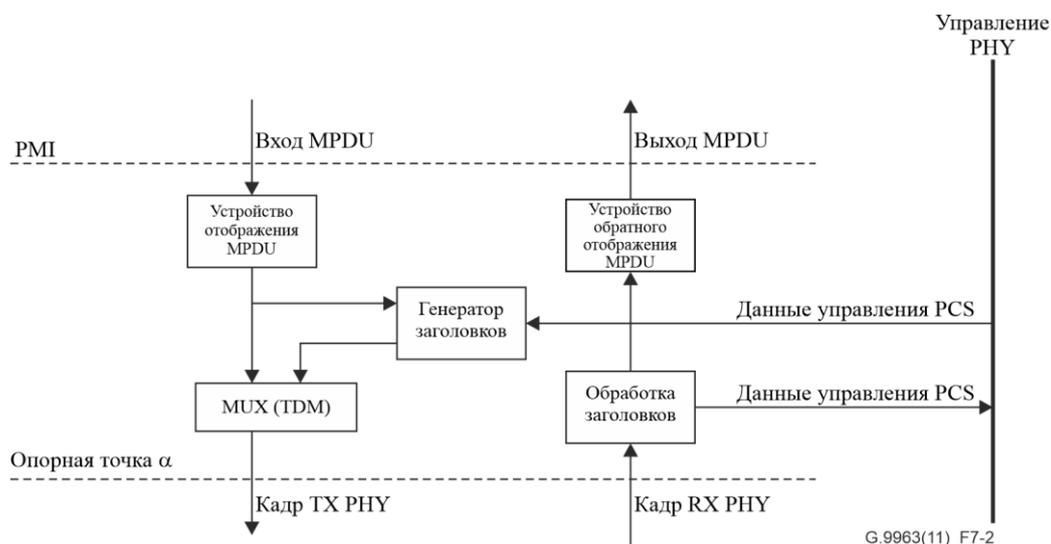
**Рисунок 7-1 – Функциональная модель физического уровня приемопередатчика MIMO**

В направлении передачи данные поступают на РНУ из MAC через PMI в виде блоков байтов, называемых блоками данных протокола MAC (MPDU). В PCS входящий MPDU преобразуется в кадр РНУ. Кадр РНУ скремблируется, кодируется и разбирается на пространственные потоки (SS), которые затем сегментируются на символные кадры мультиплексирования с ортогональным разделением частот (OFDM) в PMA. Символьные кадры каждого из пространственных потоков отображаются на поднесущие OFDM, модулируются и отображаются на порты Tx в PMD, а затем передаются по среде передачи с использованием модуляции OFDM с соответствующими параметрами. В PMD добавляется преамбула, помогающая при синхронизации и оценке канала в приемнике.

В направлении приема кадры, поступающие из среды передачи (прием также осуществляется через несколько портов Rx) через MDI демодулируются и декодируются. Восстановленные MPDU передаются на MAC через PMI. Восстановленные заголовки кадров РНУ (PFH) обрабатываются на РНУ для извлечения соответствующих параметров кадра, указанных в пункте 7.1.2.3.

### 7.1.2 Физический подуровень кодирования (PCS)

На рисунке 7-2 представлена функциональная модель PCS. Она предназначена для подробного описания функционального блока PCS, представленного на рисунке 7-1.



**Рисунок 7-2 – Функциональная модель PCS**

В направлении передачи входящий MPDU преобразуется в поле полезной нагрузки кадра PHY (пункт 7.1.2.1), как описано в пункте 7.1.2.2. Затем добавляется заголовок кадра PHY (пункт 7.1.2.3) для формирования кадра TX PHY. Кадр TX PHY передается через опорную точку  $\alpha$  для дальнейшей обработки в PMA.

В направлении приема декодированные полезная нагрузка и заголовок кадра PHY обрабатываются и из полезной нагрузки принятых кадров PHY восстанавливаются первоначально переданные MPDU, которые передаются в РМ. Соответствующая управляющая информация, переданная в заголовке кадра PHY, обрабатывается и передается в систему управления PHY.

### 7.1.2.1 Кадр PHY

Как указано в пункте 7.1.1, приемопередатчик MIMO должен быть способен обеспечивать передачу с использованием следующих двух схем передачи:

- передачу [ITU-T G.9960] на основе эталонных моделей и формата кадров PHY, определенных в [ITU-T G.9960];
- передачу MIMO на основе эталонных моделей и формата кадров PHY, определенных в [ITU-T G.9963].

Формат кадра PHY для передачи [ITU-T G.9960] представлен в пункте 7.1.2.1 [ITU-T G.9960]. Формат кадра PHY для передачи MIMO представлен в данном разделе.

В таблице 7-1 приведено правило передачи (формат кадра PHY), которое узел [ITU-T G.9963] должен использовать при передаче в узел [ITU-T G.9960/G.9961], узел [ITU-T G.9963] или в оба этих узла.

**Таблица 7-1 – Правило передачи (формат кадра PHY) для узла MCЭ-Т G.9963  
в зависимости от типа предполагаемого приемника**

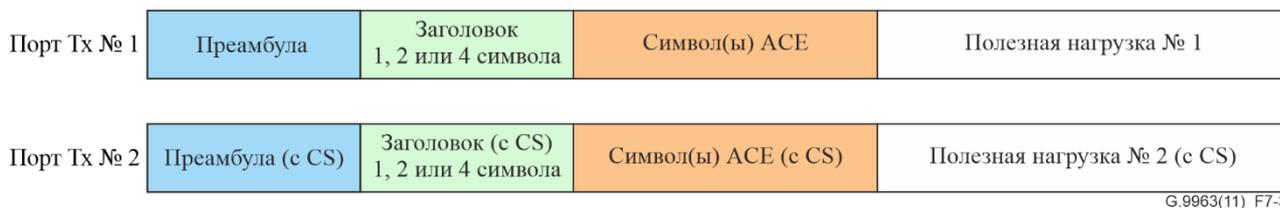
	Устройства-источники	Устройства-получатели	Количество пространственных потоков полезной нагрузки	MIMO_IND	Детали передачи	Схема передачи
1	MCЭ-Т G.9963	MCЭ-Т G.9963	Неприменимо	Неприменимо	Кадры без полезной нагрузки, предназначенные для приемников [ITU-T G.9963] (например, RTS, CTS, ACK, ACKRQ)	Передача MIMO или [ITU-T G.9960] (Прим.)
2	MCЭ-Т G.9963	MCЭ-Т G.9960	Неприменимо	Неприменимо	Кадры без полезной нагрузки, предназначенные для приемников [ITU-T G.9960]	Передача MIMO или [ITU-T G.9960] (Прим.)
3	MCЭ-Т G.9963	MCЭ-Т G.9963 и MCЭ-Т G.9960	Неприменимо	Неприменимо	Кадры без полезной нагрузки, предназначенные для приемников [ITU-T G.9963] и [ITU-T G.9960] (такого типа кадров не существует)	Неприменимо
4a	MCЭ-Т G.9963	MCЭ-Т G.9963	2	1	Кадры с полезной нагрузкой, предназначенные для приемников [ITU-T G.9963] (например, MSG, BMSG, BACK, PROBE)	Передача MIMO
4b			1	0		Передача MIMO или [ITU-T G.9960] (Прим.)
5	MCЭ-Т G.9963	MCЭ-Т G.9960	1	0	Кадры с полезной нагрузкой, предназначенные для приемников [ITU-T G.9960]	Передача MIMO или [ITU-T G.9960] (Прим.)
6	MCЭ-Т G.9963	MCЭ-Т G.9963 и MCЭ-Т G.9960	1	0	Кадры с полезной нагрузкой, предназначенные для приемников [ITU-T G.9963] и [ITU-T G.9960] (например, широкополосное, MAP)	Передача MIMO или [ITU-T G.9960] (Прим.)

**Таблица 7-1 – Правило передачи (формат кадра PHY) для узла МСЭ-Т G.9963  
в зависимости от типа предполагаемого приемника**

	Устройства-источники	Устройства-получатели	Количество пространственных потоков полезной нагрузки	MIMO_IND	Детали передачи	Схема передачи
7	МСЭ-Т G.9963	МСЭ-Т G.9963 и МСЭ-Т G.9960	Неприменимо	Неприменимо	Сигналы (например, INUSE, PR, NACK, IDPS)	Передача MIMO или [ITU-T G.9960] (Прим.)
<p>ПРИМЕЧАНИЕ. – Решение о том, какую схему использовать, принимается устройством-источником при регистрации и не должно меняться, пока устройство остается зарегистрированным, независимо от типа устройства-получателя, с которым оно поддерживает связь.</p>						

На рисунке 7-3 представлен формат кадра PHY для передачи MIMO. Кадр PHY в опорной точке  $\alpha$  включает в себя заголовок и полезную нагрузку. В PMD к кадру PHY добавляются символы преамбулы и дополнительной оценки канала (АСЕ). Ни преамбула, ни символы АСЕ не несут в себе никаких пользовательских или управляющих данных и предназначены для синхронизации и оценки канала. В интерфейсе MDI передача должна осуществляться следующим образом (как подробно описано в пункте 7.1.4).

- Символ(ы) преамбулы/заголовка/АСЕ/полезная нагрузка передаются через оба порта Tx одновременно.
- Символ(ы) преамбулы и заголовка, передаваемые через второй порт Tx, должны быть копиями символа(ов) преамбулы и заголовка, передаваемых через первый порт Tx.
- Полезная нагрузка может создаваться либо как два пространственных потока (указывается путем установки единицы в поле MIMO\_IND в PFH), либо как один пространственный поток (указывается путем установки нуля в поле MIMO\_IND в PFH).
- Символы АСЕ:
  - если передача осуществляется в форме двух пространственных потоков (случай 4а в таблице 7-1):
    - символы АСЕ с нечетными номерами (начиная с первого символа АСЕ с нечетным номером), передаваемые через второй порт Tx, должны быть инвертированными версиями символов АСЕ с теми же номерами, передаваемыми через первый порт Tx;
    - символы АСЕ с четными номерами, передаваемые через второй порт Tx, должны быть идентичны символам АСЕ с теми же номерами, передаваемым через первый порт Tx.
 В этом случае один символ АСЕ является обязательным. Дополнительные символы АСЕ необязательны.
  - Во всех других случаях, когда в передаче присутствует полезная нагрузка в виде одного пространственного потока (случаи 4б, 5 и 6 в таблице 7-1), символы АСЕ, передаваемые через второй порт Tx, должны быть идентичны символам АСЕ с теми же номерами, передаваемым через первый порт Tx. В этих случаях все символы АСЕ являются необязательными.
- Передача через второй порт Tx должна выполняться с циклическим сдвигом по отношению к передаче через первый порт Tx.



**Рисунок 7-3 – Формат кадра PHY при передаче MIMO**

Заголовок кадра PHY и полезная нагрузка должны содержать целое число символов OFDM.

Заголовок кадра PHY всегда укладывается в целое число символов OFDM и передается с использованием одного заранее определенного набора параметров модуляции и кодирования (см. пункт 7.1.3.4).

Наличие символов ACE зависит от типа кадра (например, см. пункт 7.1.2.3.2.2.17).

Длина полезной нагрузки может варьироваться от кадра к кадру; полезная нагрузка может иметь нулевую длину. Для полезной нагрузки в разных кадрах могут использоваться разные параметры кодирования и битовая нагрузка в зависимости от характеристик канала/шума и требований к QoS.

Во всех случаях, указанных в таблице 7-1, когда узел может выбрать передачу [ITU-T G.9960] либо передачу MIMO, он должен выбрать одно правило передачи при регистрации и не должен изменять это решение, пока остается зарегистрированным. Например, если узел решит использовать правило передачи [ITU-T G.9960], он должен использовать это же правило передачи [ITU-T G.9960] в случаях 1, 2, 4b, 5, 6 и 7. Если узел вышел из домена и перерегистрировался в домене, он может выбрать другое правило передачи.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** – Поскольку правило передачи для данного узла в одном и том же пространственном потоке не меняется от кадра к кадру, каналы, воспринимаемые другими узлами в домене, от кадра к кадру остаются согласованными.

Типы кадров PHY, используемые в настоящей Рекомендации, приведены в таблице 7-1 [ITU-T G.9960].

#### 7.1.2.2 Отображение MPDU

См. пункт 7.1.2.2 [ITU-T G.9960].

#### 7.1.2.3 Заголовок кадра PHY

См. пункт 7.1.2.3 [ITU-T G.9960].

##### 7.1.2.3.1 Поля общей части

См. пункт 7.1.2.3.1 [ITU-T G.9960].

##### 7.1.2.3.2 Поля переменной части

См. пункт 7.1.2.3.2 [ITU-T G.9960].

##### 7.1.2.3.2.1 Поля кадров PHY типа MAP и RMAP

См. пункт 7.1.2.3.2.1 [ITU-T G.9960].

##### 7.1.2.3.2.2 Поля кадров PHY типа MSG

В таблице 7-2 перечислены поля заголовка кадров PHY типа MSG.

**Таблица 7-2 – Поля кадра PHY типа MSG**

Поле	Октет	Биты	Описание	Ссылка
MSG_DUR	0 и 1	[15:0]	Длительность кадра MSG	Пункт 7.1.2.3.2.2.1
BLKSZ	2	[1:0]	Размер блока кодового слова FEC полезной нагрузки кадра MSG	Пункт 7.1.2.3.2.2.2

Таблица 7-2 – Поля кадра PHY типа MSG

Поле	Октет	Биты	Описание	Ссылка
FEC_RATE		[4:2]	Скорость кодирования FEC полезной нагрузки кадра MSG	Пункт 7.1.2.3.2.2.3
REP		[7:5]	Количество повторений при кодировании полезной нагрузки кадра MSG	Пункт 7.1.2.3.2.2.4
FCF		3	[2:0]	Коэффициент конкатенации FEC
SI		[6:3]	Инициализация скремблера	Пункт 7.1.2.3.2.2.6
MDET		[7]	Ведущий узел обнаружен	Пункт 7.1.2.3.2.2.7
BAT_ID/BMAT_ID	4	[4:0]	Идентификатор таблицы соответствия битов/идентификатор таблицы соответствия битов и отображения портов Tx для MIMO	Пункт 7.1.2.3.2.2.8
<del>BNDPL</del> <u>O</u> FB/GRP_ID		[7:5]	Идентификатор <del>частотного плана</del> <u>O</u> FB/идентификатор способа группирования поднесущих	Пункт 7.1.2.3.2.2.9
GI_ID	5	[2:0]	Идентификатор защитного интервала	Пункт 7.1.2.3.2.2.10
APSD_MAX-M		[7:3]	APSD_MAX-M кадра MSG	Пункт 7.1.2.3.2.2.11
CONNECTION_ID	6	[7:0]	Идентификатор соединения	Пункт 7.1.2.3.2.2.12
RPRQ	7	[1:0]	Требуется ответ	Пункт 7.1.2.3.2.2.13
BRSTCnt		[3:2]	Счетчик кадров в пачке	Пункт 7.1.2.3.2.2.14
BEF		[4]	Флаг конца пачки	Пункт 7.1.2.3.2.2.15
AIFG_IND		[5]	Индикация AIFG	Пункт 7.1.2.3.2.2.16
MIMO_IND		[6]	Индикация MIMO	Пункт 7.1.2.3.2.2.24
APSD_MAX_M_EXT		[7]	Расширение APSD_MAX-M	Пункт 7.1.2.3.2.2.26
ACE_SYM	8	[2:0]	Количество символов ACE	Пункт 7.1.2.3.2.2.17
CNN_MNGMT		[6:3]	Управление соединением	Пункт 7.1.2.3.2.2.18
Зарезервировано		[7]	Зарезервировано	Зарезервировано МСЭ-Т (Прим. 1)
BRURQ	9 и 10	[15:0]	Запрос обновления резервирования полосы пропускания	Пункт 7.1.2.3.2.2.19 (Прим. 2)
START_SSN	9 и 10	[15:0]	Порядковый номер начального сегмента	Пункт 7.1.2.3.2.2.20 (Прим. 3)
CURRTS	11	[6:0]	Текущий TS	Пункт 7.1.2.3.2.2.21
BTXRQ		[7]	Запрос двусторонней передачи	Пункт 7.1.2.3.2.2.22
NUM_MACK_SLOTS	12	[2:0]	Количество слотов Mc-ACK	Пункт 7.1.2.3.2.2.23
ADVISED_WIN_SIZE		[7:3]	В этом поле может указываться рекомендуемый размер окна при установлении соединения	Пункт 7.1.2.3.2.2.25 (Прим. 4)
<u>Зарезервировано</u>	<u>13</u>	<u>[0]</u>	<u>Зарезервировано</u>	<u>Зарезервировано для использования в МСЭ-Т G.9991</u>

**Таблица 7-2 – Поля кадра PHY типа MSG**

Поле	Октет	Биты	Описание	Ссылка
<u>Зарезервировано</u>		[7:1]	<u>Зарезервировано</u>	<u>Зарезервировано МСЭ-Т (Прим. 1)</u>
Зарезервировано	<del>13</del> –14	[ <del>7</del> 5:0]	Зарезервировано	Зарезервировано МСЭ-Т (Прим. 1)

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – В битах, зарезервированных МСЭ-Т, передатчик должен устанавливать нули, а приемник – игнорировать их.  
 ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Поле BRURQ определено, когда не определено поле START\_SSN (см. Прим. 3).  
 ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Поле START\_SSN определено только тогда, когда CNN\_MNGMT – 0001, CNN\_MNGMT – 0011, CNN\_MNGMT – 0101 или CNN\_MNGMT – 0111. В остальных случаях значение этого поля – BRURQ.  
 ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Поле ADVISED\_WIN\_SIZE определено только тогда, когда CNN\_MNGMT – 0101, в ином случае эти биты зарезервированы МСЭ-Т и должны устанавливаться в ноль передатчиком и игнорироваться приемником.

**7.1.2.3.2.2.1 Длительность кадра MSG (MSG\_DUR)**

См. пункт 7.1.2.3.2.2.1 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.2.2 Размер блока (BLKSZ)**

См. пункт 7.1.2.3.2.2.2 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.2.3 Скорость кодирования FEC (FEC\_RATE)**

См. пункт 7.1.2.3.2.2.3 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.2.4 Повторения (REP)**

См. пункт 7.1.2.3.2.2.4 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.2.5 Коэффициент конкатенации FEC (FCF)**

См. пункт 7.1.2.3.2.2.5 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.2.6 Инициализация скремблера (SI)**

См. пункт 7.1.2.3.2.2.6 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.2.7 Индикация обнаружения ведущего (MDET)**

См. пункт 7.1.2.3.2.2.7 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.2.8 BAT\_ID/VMAT\_ID**

Когда это поле интерпретируется как BAT\_ID (то есть когда MIMO\_IND – 0), см. пункт 7.1.2.3.2.2.8 [ITU-T G.9960].

Когда это поле интерпретируется как VMAT\_ID (то есть когда MIMO\_IND – 1), поле VMAT\_ID должно идентифицировать VMAT, состоящую из следующих элементов:

- таблица распределения битов (BAT) двух пространственных потоков кадра PHY (то есть BAT пространственного потока 1 BAT<sup>(1)</sup> и BAT пространственного потока 2 BAT<sup>(2)</sup>);
- таблица соответствия портов Tx (MAT) кадра PHY.

VMAT\_ID должен быть представлен в виде 5-битового целого числа без знака, допустимые значения которого указаны в таблице 7-3.

**Таблица 7-3 – Значения ВМАТ\_ID**

<b>ВМАТ_ID</b>	<b>Тип МАТ</b>	<b>Тип ВАТ<sup>(1)</sup></b>	<b>Тип ВАТ<sup>(2)</sup></b>	<b>Описание</b>	
0	Предопределенная МАТ, тип 0	Предопределенная ВАТ, тип 0	Примечание 1	Предопределенная ВМАТ, передача через один порт Tx 1	
1	Предопределенная МАТ, тип 0	Предопределенная ВАТ, тип 1			
2	Предопределенная МАТ, тип 0	Предопределенная ВАТ, тип 3	Примечание 2		
3	Предопределенная МАТ, тип 0	Предопределенная ВАТ, тип 2			
4	Предопределенная МАТ, тип 1	Примечание 1	Предопределенная ВАТ, тип 0	Предопределенная ВМАТ, передача через один порт Tx 2	
5	Предопределенная МАТ, тип 1		Предопределенная ВАТ, тип 1		
6	Предопределенная МАТ, тип 1		Примечание 2		Предопределенная ВАТ, тип 3
7	Предопределенная МАТ, тип 1	Предопределенная ВАТ, тип 2			
8	Предопределенная МАТ, тип 2	Предопределенная ВАТ, тип 0	Предопределенная ВАТ, тип 0		Предопределенная ВМАТ, МИМО, прямое соответствие (TRM #0)
9	Предопределенная МАТ, тип 2	Предопределенная ВАТ, тип 1	Предопределенная ВАТ, тип 1		
10	Предопределенная МАТ, тип 2	Предопределенная ВАТ, тип 3	Предопределенная ВАТ, тип 3		
11	Предопределенная МАТ, тип 2	Предопределенная ВАТ, тип 2	Предопределенная ВАТ, тип 2		
12–15	Зарезервировано МСЭ-Т для предопределенных МАТ	Зарезервировано МСЭ-Т для предопределенных ВАТ	Зарезервировано МСЭ-Т для предопределенных ВАТ	Зарезервировано МСЭ-Т для предопределенных ВМАТ	
16–27	Динамическая МАТ	Динамическая ВАТ	Динамическая ВАТ	Динамическая ВМАТ, динамические МАТ и ВАТ	
28–31	Зарезервировано МСЭ-Т	Зарезервировано МСЭ-Т	Зарезервировано МСЭ-Т	Зарезервировано МСЭ-Т	
ПРИМЕЧАНИЕ 1. – ВАТ представляет равномерно распределенную загрузку битами 0 всех поднесущих, кроме набора PMSC (то есть в этот пространственный поток никакие биты данных не загружаются). ПРИМЕЧАНИЕ 2. – ВАТ представляет равномерно распределенную загрузку битами 0 всех поднесущих, кроме набора PMSC и наборов RMSC (полного набора SSC) (то есть в этот пространственный поток никакие биты данных не загружаются).					

Каждому пункту назначения может быть присвоен один или несколько идентификаторов ВМАТ\_ID (на каждый одноадресный DID, см. пункт 7.1.2.3.1.5 [ITU-T G.9960]).

**7.1.2.3.2.2.9 Идентификатор ~~частотного плана~~ **OFB**/идентификатор способа группирования поднесущих (**BNDP~~LO~~OFB\_ID/GRP\_ID**)**

Если в поле MIMO\_IND установлен ноль, см. пункт 7.1.2.3.2.2.9 [ITU-T G.9960].

Если в поле MIMO\_IND установлена единица, применяется следующее правило.

Для предопределенных ВМАТ с равномерно распределенной нагрузкой (с использованием предопределенных ВАТ типа 0, типа 1, типа 2 или типа 3) поле **BNDP~~LO~~OFB\_ID** должно содержать

идентификатор ~~частотного плана~~рабочей полосы частот, используемой узлом, и должно быть закодировано, как указано в таблице 7-10 [ITU-T G.9960].

Для динамических ВМАТ передатчик устанавливает в этом поле 0 и оно игнорируется приемником.

**7.1.2.3.2.2.10 Идентификатор защитного интервала (GI\_ID)**

См. пункт 7.1.2.3.2.2.10 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.2.11 Максимальная фактическая PSD кадра MSG (APSD\_MAX-M)**

См. пункт 7.1.2.3.2.2.11 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.2.12 Идентификатор соединения (CONNECTION\_ID)**

См. пункт 7.1.2.3.2.2.12 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.2.13 Требуется ответ (RPRQ)**

См. пункт 7.1.2.3.2.2.13 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.2.14 Счетчик кадров в пачке (BRSTCnt)**

См. пункт 7.1.2.3.2.2.14 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.2.15 Флаг окончания пачки (BEF)**

См. пункт 7.1.2.3.2.2.15 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.2.16 Индикация AIFG (AIFG\_IND)**

См. пункт 7.1.2.3.2.2.16 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.2.17 Символы ACE (ACE\_SYM)**

См. пункт 7.1.2.3.2.2.17 [ITU-T G.9960].

Если в поле MIMO\_IND установлена единица, значение ACE\_SYM не должно быть 000<sub>2</sub>.

**7.1.2.3.2.2.18 Управление соединением (CNN\_MNGMT)**

См. пункт 7.1.2.3.2.2.18 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.2.19 Запрос обновления резервирования полосы пропускания (BRURQ)**

См. пункт 7.1.2.3.2.2.19 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.2.20 Порядковый номер начального сегмента (START\_SSN)**

См. пункт 7.1.2.3.2.2.20 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.2.21 Текущий TS (CURRTS)**

См. пункт 7.1.2.3.2.2.21 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.2.22 Запрос двусторонней передачи (BTXRQ)**

См. пункт 7.1.2.3.2.2.22 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.2.23 Количество слотов Mc-ACK (NUM\_MCACK\_SLOTS)**

См. пункт 7.1.2.3.2.2.23 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.2.24 Индикация MIMO (MIMO\_IND)**

Поле MIMO\_IND указывает на передачу MIMO с полезной нагрузкой в виде двух пространственных потоков, предназначенных для приемников [ITU-T G.9963] (то есть случай 4a в таблице 7-1). Для этого требуется по крайней мере один дополнительный символ оценки канала (ACE) после заголовка кадра PHY (PFH).

Это однобитовое поле. В случае 4a из таблицы 7-1 в нем устанавливается единица. Во всех остальных применимых случаях (то есть в случаях 4b, 5 и 6 из таблицы 7-1) в этом поле устанавливается ноль.

### 7.1.2.3.2.2.25 Рекомендуемый размер окна (ADVISED\_WIN\_SIZE)

См. пункт 7.1.2.3.2.2.24 [ITU-T G.9960].

### 7.1.2.3.2.2.26 Расширение APSD\_MAX-M

См. пункт 7.1.2.3.2.2.25 [ITU-T G.9960].

### 7.1.2.3.2.3 Поля кадров PHY типа АСК

В таблице 7-4 перечислены поля заголовка кадров PHY типа АСК.

Таблица 7-4 – Поля кадра PHY типа АСК

Поле	Октет	Биты	Описание	Ссылка
FLCTRL_CONN	0	[0]	Флаг соединения для управления потоком	Пункт 7.1.2.3.2.3.1 [ITU-T G.9960]
FLCTRLT		[1]	Тип управления потоком	Пункт 7.1.2.3.2.3.2 [ITU-T G.9960]
FLCTRL		[6:2]	Управление потоком	Пункт 7.1.2.3.2.3.3 [ITU-T G.9960]
FLCTRL_EXT		[7]	Расширение управления потоком	Пункт 7.1.2.3.2.3.11 [ITU-T G.9960]
RXRST_DATA	1	[0]	Флаг сброса данных RX	Пункт 7.1.2.3.2.3.5 [ITU-T G.9960]
RXRST_MNGMT		[1]	Флаг сброса RX управления	Пункт 7.1.2.3.2.3.6 [ITU-T G.9960]
BAD_BURST		[2]	Индикация пачки с ошибкой	Пункт 7.1.2.3.2.3.7 [ITU-T G.9960]
BTXRQ		[3]	Запрос двусторонней передачи	Пункт 7.1.2.3.2.3.4 [ITU-T G.9960]
EXTACKRQ		[4]	Запрос расширенного подтверждения	Пункт 7.1.2.3.2.3.10 [ITU-T G.9960]
Зарезервировано		[7:5]	Зарезервировано	Зарезервировано для использования в [ITU-T G.9991] (Прим. 2)
ACK_CE_CTRL/ RX_CONN_WIN_SIZE	2	[7:0]	Управление оценкой канала АСК/размером окна соединения для приемника (Прим. 1)	Пункт 7.1.2.3.2.3.1
ACKDATA/MACK_D	3–14	[90:0]	Данные подтверждения и дескриптор Mc-ACK	Пункт 7.1.2.3.2.3.9 [ITU-T G.9960]
Зарезервировано		[95:91]	Зарезервировано	Зарезервировано МСЭ-Т (Прим. 2)
ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Это поле интерпретируется как RX_CONN_WIN_SIZE только тогда, когда кадр АСК передается в ответ на кадр MSG с запросом установления или сброса соединения для передачи данных или команд управления (то есть когда в поле CNN_MNGMT кадра MSG установлены значения 0101 <sub>2</sub> , 0001 <sub>2</sub> , 0011 <sub>2</sub> или 0111 <sub>2</sub> ).				
ПРИМЕЧАНИЕ 2. – В битах, зарезервированных МСЭ-Т, передатчик должен устанавливать нули, а приемник – игнорировать их.				

#### 7.1.2.3.2.3.1 Управление оценкой канала АСК/размером окна приемника для установления соединения (ACK\_CE\_CTRL/RX\_CONN\_WIN\_SIZE)

В том случае, когда кадр АСК передается в ответ на кадр MSG с запросом на установление или сброс соединения для передачи данных или команд управления с подтверждениями (то есть когда в поле CNN\_MNGMT кадра MSG для установления соединения установлены значения 0101<sub>2</sub>, 0001<sub>2</sub>, 0011<sub>2</sub> или

0111<sub>2</sub>, см. таблицу 7-17) [ITU-T G.9960]), этот параметр называется RX\_CONN\_WIN\_SIZE и его значение указывает максимальный размер окна подтверждения (то есть ACK\_RX\_CONF\_WINDOW\_SIZE в пункте 8.9.4.3 [ITU-T G.9961]), в котором приемник может поддерживать устанавливаемое соединение. Максимальный размер окна подтверждения должен в восемь раз превышать значение LPDU (RX\_CONN\_WIN\_SIZE+1). Допустимыми значениями максимального размера окна подтверждения являются 8, 16, 24... 1024 LPDU. Указанное значение максимального размера окна подтверждения должно быть меньше или равно ACK\_MAX\_WINDOW\_SIZE (1024 для соединений для передачи данных, 32 для соединений для передачи команд управления – см. пункт 8.9.4.1 [ITU-T G.9961]).

Для всех прочих кадров ACK это поле называется ACK\_CE\_CTRL и используется для управления оценкой канала. Это 8-битовое поле, состоящее из полей ACK\_CE\_CTRL\_TYPE, RUNTIME\_BAT\_ID/RUNTIME\_BMAT\_ID и RUNTIME\_BMAT\_ID, как показано в таблице 7-5.

**Таблица 7-5 – Интерпретация поля ACK\_CE\_CTRL**

Поле	Октет	Биты
ACK_CE_CTRL_TYPE	0	[1:0]
RUNTIME_BAT_ID/RUNTIME_BMAT_ID		[6:2]
BMAT_ID_IND		[7]

#### 7.1.2.3.2.3.1.1 Тип управления оценкой канала ACK (ACK\_CE\_CTRL\_TYPE)

Когда BMAT\_ID\_IND равен 0, поле ACK\_CE\_CTRL\_TYPE кодируется, как указано в таблице 7-25 [ITU-T G.9960], см. пункт 7.1.2.3.2.3.8.1 [ITU-T G.9960].

Когда BMAT\_ID\_IND равен 1, ACK\_CE\_CTRL\_TYPE кодируется, как указано в таблице 7-6.

**Таблица 7-6 – Значения поля ACK\_CE\_CTRL\_TYPE при BMAT\_ID\_IND – 1**

Значение ACK_CE_CTRL_TYPE (b1b0)	Интерпретация
00	Информация ACK_CE_CTRL не передается
01	RUNTIME_BMAT_ID недействителен
10	Запрос передачи кадров PROBE
11	Зарезервировано МСЭ-Т

Если в поле BMAT\_ID\_IND установлена 1, а в поле ACK\_CE\_CTRL\_TYPE – значение 01<sub>2</sub>, то динамическая BMAT, соответствующая RUNTIME\_BMAT\_ID, не должна использоваться для передачи, как указано в пункте 8.11.1.5.

Если в поле BMAT\_ID\_IND установлено значение 1, а в поле ACK\_CE\_CTRL\_TYPE – 10<sub>2</sub>, то запрашивается передача кадров PROBE для оценки канала 2 SS.

В ином случае в поле ACK\_CE\_CTRL\_TYPE устанавливается значение 00<sub>2</sub>.

#### 7.1.2.3.2.3.1.2 Идентификатор динамической BAT (RUNTIME\_BAT\_ID)/BMAT (RUNTIME\_BMAT\_ID)

Когда это поле интерпретируется как RUNTIME\_BAT\_ID (то есть когда BMAT\_ID\_IND – 0), см. пункт 7.1.2.3.2.3.8.2 [ITU-T G.9960].

Когда это поле интерпретируется как RUNTIME\_BMAT\_ID (то есть когда BMAT\_ID\_IND – 1), применяется следующее правило.

Если в поле ACK\_CE\_CTRL\_TYPE установлено значение 01<sub>2</sub>, то это поле содержит RUNTIME\_BMAT\_ID (см. таблицу 7-3). В ином случае в нем должно быть установлено значение 00000<sub>2</sub>.

#### 7.1.2.3.2.3.1.3 Индикация VMAT\_ID (VMAT\_ID\_IND)

Если в поле VMAT\_ID\_IND установлено значение 0, интерпретация других подполей поля ACK\_CE\_CTRL должна быть такой, как описано в [ITU-T G.9960].

Если в поле VMAT\_ID\_IND установлено значение 1, интерпретация других подполей поля ACK\_CE\_CTRL должна быть такой, как описано в настоящей Рекомендации.

#### 7.1.2.3.2.4 Поля кадров PHY типа RTS

См. пункт 7.1.2.3.2.4 [ITU-T G.9960].

#### 7.1.2.3.2.5 Поля кадров PHY типа CTS

См. пункт 7.1.2.3.2.5 [ITU-T G.9960].

#### 7.1.2.3.2.6 Поля кадров PHY типа CTMG

См. пункт 7.1.2.3.2.6 [ITU-T G.9960].

#### 7.1.2.3.2.7 Поля кадров PHY типа PROBE

Поле кадра PHY типа PROBE состоит из общей и переменной частей. Общая часть содержит поля, общие для кадров PHY PROBE всех типов (PRBTYPE). Переменная часть содержит поля для каждого PRBTYPE.

Поля общей части поля кадров PHY PROBE определены в таблице 7-7.

Таблица 7-7 – Поля кадра PHY типа PROBE

Поле	Октет	Биты	Описание	Ссылка
				Общая часть
PRB_DUR	0 и 1	[15:0]	Длительность кадров PROBE	Пункт 7.1.2.3.2.7.1.1
PRBTYPE	2	[3:0]	Тип кадров PROBE	Пункт 7.1.2.3.2.7.1.2
PRBSYM		[7:4]	Контрольные символы	Пункт 7.1.2.3.2.7.1.3
APSD_MAX-P	3	[4:0]	APSD_MAX-P кадров PROBE	Пункт 7.1.2.3.2.7.1.4
PRBGI		[7:5]	Защитный интервал контрольных символов Probe	Пункт 7.1.2.3.2.7.1.5
CURRTS	4	[6:0]	Текущий TS	Пункт 7.1.2.3.2.7.1.6
MIMO_IND		[7]	Индикация MIMO	Пункт 7.1.2.3.2.7.1.7
APSD_MAX-P_EXT	5	[0]	Расширение APSD_MAX-P	Пункт 7.1.2.3.2.7.1.8
Зарезервировано		[7:1]	Зарезервировано	Зарезервировано МСЭ-Т (Прим.)
Переменная часть				
PFTSF	6–14	[71:0]	Поле, зависящее от типа кадров PROBE	Пункт 7.1.2.3.2.7.2
ПРИМЕЧАНИЕ. – В битах, зарезервированных МСЭ-Т, передатчик должен устанавливать нули, а приемник – игнорировать их.				

#### 7.1.2.3.2.7.1 Поля общей части

##### 7.1.2.3.2.7.1.1 Длительность кадров PROBE (PRB\_DUR)

См. пункт 7.1.2.3.2.7.1.1 [ITU-T G.9960].

##### 7.1.2.3.2.7.1.2 Тип кадров PROBE (PRBTYPE)

В поле PRBTYPE указывается тип кадров PROBE. Это 4-битовое поле кодируется, как показано в таблице 7-8.

**Таблица 7-8 – Значения поля PRBTYPE**

<b>Значение PRBTYPE (b3b2b1b0)</b>	<b>Интерпретация</b>	<b>Ссылка</b>	<b>MIMO_IND</b>
0000	Немой кадр PROBE – кадр PHU, в котором все контрольные символы, составляющие полезную нагрузку, должны быть немymi символами, как указано в пункте 7.1.3.7	Пункт 7.1.2.3.2.7.2.1	0
0001	Кадр PROBE оценки канала 1 SS – кадр PHU, в котором все контрольные символы, составляющие полезную нагрузку, должны быть контрольными символами оценки канала 1 SS, как указано в пункте 7.1.3.7	Пункт 7.1.2.3.2.7.2.2	0
0010–0111	Зарезервированы МСЭ-Т		Зарезервированы
1000	Кадр PROBE оценки канала 2 SS – кадр PHU, в котором все контрольные символы, составляющие полезную нагрузку, должны быть контрольными символами оценки канала 2 SS, как указано в пункте 7.1.3.7	Пункт 7.1.2.3.2.7.2.3	1
1001–1111	Зарезервированы МСЭ-Т		Зарезервированы

**7.1.2.3.2.7.1.3 Контрольные символы (PRBSYM)**

См. пункт 7.1.2.3.2.7.1.3 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.7.1.4 Максимальная фактическая PSD кадров PROBE (APSD\_MAX-P)**

См. пункт 7.1.2.3.2.7.1.4 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.7.1.5 Защитный интервал контрольных символов (PRBGI)**

См. пункт 7.1.2.3.2.7.1.5 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.7.1.6 Текущий TS (CURRTS)**

См. пункт 7.1.2.3.2.7.6 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.7.1.7 Индикация MIMO (MIMO\_IND)**

См. пункт 7.1.2.3.2.2.24.

**7.1.2.3.2.7.1.8 Расширение APSD\_MAX-P**

См. пункт 7.1.2.3.2.7.1.7 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.7.2 Поля, зависящие от типа кадров PROBE**

**7.1.2.3.2.7.2.1 Немые поля, зависящие от типа кадров PROBE**

См. пункт 7.1.2.3.2.7.2.1 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.7.2.2 Поля оценки канала 1 SS, зависящие от типа кадров PROBE**

См. пункт 7.1.2.3.2.7.2.2 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.7.2.3 Поля оценки канала 2 SS, зависящие от типа кадров PROBE**

В таблице 7-9 определены поля оценки канала 2 SS, зависящие от типа кадров PROBE.

**Таблица 7-9 – Поля оценки канала 2 SS, зависящие от типа кадра PROBE**

Поле	Октет	Биты	Описание	Ссылка
PRB_VMAT_ID	0	[4:0]	Значение VMAT_ID, используемое для создания кадров PROBE	Пункт 7.1.2.3.2.7.2.3.1
ACE_SYM	0	[7:5]	Количество символов ACE	Пункт 7.1.2.3.2.7.2.3.2
NUM_SILENT_SYM	1	[5:0]	Количество немых символов	Пункт 7.1.2.3.2.7.2.3.3
Зарезервировано	1	[7:6]	Зарезервировано MCЭ-Т (Прим.)	
Зарезервировано	2–8	[55:0]	Зарезервировано MCЭ-Т (Прим.)	
ПРИМЕЧАНИЕ. – В битах, зарезервированных MCЭ-Т, передатчик должен устанавливать нули, а приемник – игнорировать их.				

#### 7.1.2.3.2.7.2.3.1 VMAT\_ID кадров PROBE (PRB\_VMAT\_ID)

В этом поле указывается VMAT\_ID (предопределенной или динамической VMAT), таблица соответствия (MAT) которого используется в устройстве отображения портов Tx для создания данного кадра PROBE оценки канала 2 SS. Таблицы распределения битов (BAT), связанные с VMAT\_ID, нужны только для определения отображения портов Tx (TPM), используемого для каждой поднесущей (см. таблицу 8-27) в целях генерирования контрольных символов оценки канала 2 SS (см. пункт 7.1.4.2.4.3). Следовательно, если в поле PRB\_VMAT\_ID передается предопределенное значение VMAT\_ID, то допустимыми значениями оценки канала будут 3, 7 и 11.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Поле PRB\_VMAT\_ID позволяет передавать символы PROBE с использованием параметров предварительного кодирования, относящихся к данному VMAT\_ID динамической VMAT.

#### 7.1.2.3.2.7.2.3.2 Символы ACE (ACE\_SYM)

См. пункт 7.1.2.3.2.2.17 [ITU-T G.9960].

Если в поле MIMO\_IND установлена единица, значение ACE\_SYM не должно быть 000<sub>2</sub>.

#### 7.1.2.3.2.7.2.3.3 Количество немых символов (NUM\_SILENT\_SYM)

В этом поле указывается количество немых символов, которые должны быть переданы вместо контрольных символов в конце кадров PROBE оценки канала 2 SS. Допустимый диапазон – от 0 (немые символы отсутствуют) до 63 (63 немых символа). Значение NUM\_SILENT\_SYM должно быть меньше или равно значению PRBSYM. Первые (PRBSYM – NUM\_SILENT\_SYM) символы кадров PROBE оценки канала 2 SS представляют собой нормальные (не немые) контрольные символы.

#### 7.1.2.3.2.8 Поля кадра PHY типа ACKRQ

См. пункт 7.1.2.3.2.8 [ITU-T G.9960].

#### 7.1.2.3.2.9 Поля кадров PHY типа BMSG

В таблице 7-10 перечислены поля внутренней части заголовка кадра PHY типа BMSG.

**Таблица 7-10 – Поля кадра PHY типа BMSG – внутренняя часть**

Поле	Октет	Биты	Описание	Ссылка
BMSG_DUR	0 и 1	[15:0]	Длительность кадра BMSG	Пункт 7.1.2.3.2.9.1
BLKSZ	2	[1:0]	Размер блока кодового слова FEC полезной нагрузки кадра BMSG	Пункт 7.1.2.3.2.9.2
FEC_RATE		[4:2]	Скорость кодирования FEC полезной нагрузки кадра BMSG	Пункт 7.1.2.3.2.9.3

Таблица 7-10 – Поля кадра PHY типа BMSG – внутренняя часть

Поле	Октет	Биты	Описание	Ссылка
REP		[7:5]	Количество повторений при кодировании полезной нагрузки кадра BMSG	Пункт 7.1.2.3.2.9.4
FCF	3	[2:0]	Коэффициент конкатенации FEC	Пункт 7.1.2.3.2.9.5
SI		[6:3]	Инициализация скремблера	Пункт 7.1.2.3.2.9.6
MDET		[7]	Ведущий узел обнаружен	Пункт 7.1.2.3.2.9.7
BAT_ID/ BMAP_ID	4	[4:0]	Идентификатор таблицы соответствия битов/ идентификатор таблицы распределения битов и отображения портов Tx для MIMO	Пункт 7.1.2.3.2.9.8
<del>BNDPLOFG_ID/</del> GRP_ID		[7:5]	Идентификатор <del>частотного плана</del> <del>рабочей полосы частот/</del> идентификатор способа группирования поднесущих	Пункт 7.1.2.3.2.9.9
GI_ID	5	[2:0]	Идентификатор защитного интервала	Пункт 7.1.2.3.2.9.10
APSD_MAX-M		[7:3]	APSD_MAX-M кадра BMSG	Пункт 7.1.2.3.2.9.11
CONNECTION_ID	6	[7:0]	Идентификатор соединения	Пункт 7.1.2.3.2.9.12
RPRQ	7	[1:0]	Требуется ответ	Пункт 7.1.2.3.2.9.13
BRSTCnt		[3:2]	Счетчик кадров в пачке	Пункт 7.1.2.3.2.9.14
BEF		[4]	Флаг конца пачки	Пункт 7.1.2.3.2.9.15
AIFG_IND		[5]	Индикация AIFG	Пункт 7.1.2.3.2.9.16
MIMO_IND		[6]	Индикация MIMO	Пункт 7.1.2.3.2.9.25
EXTACKGR		[7]	Расширенное подтверждение ACK дано	Пункт 7.1.2.3.2.9.26
ACE_SYM	8	[2:0]	Количество символов ACE	Пункт 7.1.2.3.2.9.17
CNN_MNGMT		[6:3]	Управление соединением	Пункт 7.1.2.3.2.9.18
APSD_MAX-M_EXT		[7]	Расширение APSD_MAX-M	Пункт 7.1.2.3.2.9.28
BRURQ	9 и 10	[15:0]	Запрос обновления резервирования полосы пропускания	Пункт 7.1.2.3.2.9.19 (Прим. 2)
START_SSN	9 и 10	[15:0]	Порядковый номер начального сегмента	Пункт 7.1.2.3.2.9.20 (Прим. 3)
CURRTS	11	[6:0]	Текущий TS	Пункт 7.1.2.3.2.9.21
Зарезервировано		[7]	Зарезервировано	Зарезервировано MCЭ-Т (Прим. 1)
Зарезервировано	12 и 13	[0]	Зарезервировано	Зарезервировано MCЭ-Т (Прим. 1)

Таблица 7-10 – Поля кадра PHY типа BMSG – внутренняя часть

Поле	Октет	Биты	Описание	Ссылка
VTXGL		[8:1]	Длина сообщения разрешения двусторонней передачи	Пункт 7.1.2.3.2.9.22
VTXEF		[9]	Флаг окончания двусторонней передачи	Пункт 7.1.2.3.2.9.23
P-DACK		[10]	Вложенное отложенное подтверждение	Пункт 7.1.2.3.2.9.27
Зарезервировано		[15:11]	Зарезервировано	Зарезервировано МСЭ-Т (Прим. 1)
ACK_CE_CTRL	14	[7:0]	Управление оценкой канала ACK	Пункт 7.1.2.3.2.9.24
<p>ПРИМЕЧАНИЕ 1. – В битах, зарезервированных МСЭ-Т, передатчик должен устанавливать нули, а приемник – игнорировать их.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Поле BRURQ определено, когда не определено поле START_SSN.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Поле START_SSN определено только тогда, когда CNN_MNGMT – 0001, CNN_MNGMT – 0011, CNN_MNGMT – 0101 или CNN_MNGMT – 0111. В остальных случаях значение этого поля – BRURQ.</p>				

Специальные поля заголовка кадра PHY расширенной части заголовка кадров BMSG перечислены в таблице 7-54 [ITU-T G.9960].

#### 7.1.2.3.2.9.1 Длительность кадра BMSG (BMSG\_DUR)

См. пункт 7.1.2.3.2.9.1 [ITU-T G.9960].

#### 7.1.2.3.2.9.2 Размер блока (BLKSZ)

См. пункт 7.1.2.3.2.9.2 [ITU-T G.9960].

#### 7.1.2.3.2.9.3 Скорость кодирования FEC (FEC\_RATE)

См. пункт 7.1.2.3.2.9.3 [ITU-T G.9960].

#### 7.1.2.3.2.9.4 Повторения (REP)

См. пункт 7.1.2.3.2.9.4 [ITU-T G.9960].

#### 7.1.2.3.2.9.5 Коэффициент конкатенации FEC (FCF)

См. пункт 7.1.2.3.2.9.5 [ITU-T G.9960].

#### 7.1.2.3.2.9.6 Инициализация скремблера (SI)

См. пункт 7.1.2.3.2.9.6 [ITU-T G.9960].

#### 7.1.2.3.2.9.7 Индикация обнаружения ведущего узла (MDET)

См. пункт 7.1.2.3.2.9.7 [ITU-T G.9960].

#### 7.1.2.3.2.9.8 BAT\_ID/BMAT\_ID

См. пункт 7.1.2.3.2.2.8.

#### 7.1.2.3.2.9.9 Идентификатор ~~частотного плана~~ **OFB**/идентификатор способа группирования поднесущих (**BNDPL**OFB**\_ID/GRP\_ID**)

См. пункт 7.1.2.3.2.2.9.

#### 7.1.2.3.2.9.10 Идентификатор защитного интервала (GI\_ID)

См. пункт 7.1.2.3.2.9.10 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.9.11 Максимальная фактическая PSD кадра BMSG (APSD\_MAX-M)**

См. пункт 7.1.2.3.2.9.11 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.9.12 Идентификатор соединения (CONNECTION\_ID)**

См. пункт 7.1.2.3.2.9.12 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.9.13 Требуется ответ (RPRQ)**

См. пункт 7.1.2.3.2.9.13 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.9.14 Счетчик кадров в пачке (BRSTCnt)**

См. пункт 7.1.2.3.2.9.14 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.9.15 Флаг окончания пачки (BEF)**

См. пункт 7.1.2.3.2.9.15 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.9.16 Индикация AIFG (AIFG\_IND)**

См. пункт 7.1.2.3.2.9.16 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.9.17 Символы ACE (ACE\_SYM)**

См. пункт 7.1.2.3.2.9.17 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.9.18 Управление соединением (CNN\_MNGMT)**

См. пункт 7.1.2.3.2.9.18 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.9.19 Запрос обновления резервирования полосы пропускания (BRURQ)**

См. пункт 7.1.2.3.2.9.19 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.9.20 Порядковый номер начального сегмента (START\_SSN)**

См. пункт 7.1.2.3.2.9.20 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.9.21 Текущий TS (CURRTS)**

См. пункт 7.1.2.3.2.9.21 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.9.22 Длина сообщения разрешения двусторонней передачи (BTXGL)**

См. пункт 7.1.2.3.2.9.22 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.9.23 Флаг окончания двусторонней передачи (BTXEF)**

См. пункт 7.1.2.3.2.9.23 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.9.24 Управление оценкой канала ACK (ACK\_CE\_CTRL)**

Интерпретация этого поля – как указано для поля ACK\_CE\_CTRL кадра ACK в пункте 7.1.2.3.2.3.1.

**7.1.2.3.2.9.25 Индикация MIMO (MIMO\_IND)**

См. пункт 7.1.2.3.2.2.24.

**7.1.2.3.2.9.26 Расширенное подтверждение ACK дано (EXTACKGR)**

См. пункт 7.1.2.3.2.9.25 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.9.27 Вложенное отложенное подтверждение (P-DACK)**

См. пункт 7.1.2.3.2.9.26 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.9.28 Расширение APSD\_MAX-M**

См. пункт 7.1.2.3.2.9.27 [ITU-T G.9960].

### 7.1.2.3.2.10 Поля кадров РНУ типа ВАСК

В таблице 7-11 перечислены поля внутренней части заголовка кадров РНУ типа ВАСК.

**Таблица 7-11 – Поля кадра РНУ типа ВАСК – внутренняя часть**

Поле	Октет	Биты	Описание	Ссылка
BACK_DUR	0 и 1	[15:0]	Длительность кадра ВАСК	Пункт 7.1.2.3.2.10.1
BLKSZ	2	[1:0]	Размер блока кодового слова FEC полезной нагрузки кадра ВАСК	Пункт 7.1.2.3.2.10.2
FEC_RATE		[4:2]	Скорость кодирования FEC полезной нагрузки кадра ВАСК	Пункт 7.1.2.3.2.10.3
REP		[7:5]	Количество повторений при кодировании полезной нагрузки кадра ВАСК	Пункт 7.1.2.3.2.10.4
FCF	3	[2:0]	Коэффициент конкатенации FEC	Пункт 7.1.2.3.2.10.5
SI		[6:3]	Инициализация скремблера	Пункт 7.1.2.3.2.10.6
MDET		[7]	Ведущий узел обнаружен	Пункт 7.1.2.3.2.10.7
BAT_ID/BMAT_ID	4	[4:0]	Идентификатор таблицы соответствия битов/идентификатор таблицы распределения битов и отображения портов Tx для MIMO	Пункт 7.1.2.3.2.10.8
<del>BNDPLOFB_ID</del> /GRP_ID		[7:5]	Идентификатор <del>частотного плана</del> рабочей полосы частот/идентификатор способа группирования поднесущих	Пункт 7.1.2.3.2.10.9
GI_ID	5	[2:0]	Идентификатор защитного интервала	Пункт 7.1.2.3.2.10.10
APSD_MAX-M		[7:3]	APSD_MAX-M кадра ВАСК	Пункт 7.1.2.3.2.10.11
CONNECTION_ID	6	[7:0]	Идентификатор соединения	Пункт 7.1.2.3.2.10.12
RPRQ	7	[1:0]	Требуется ответ	Пункт 7.1.2.3.2.10.13
BRSTCnt		[3:2]	Счетчик кадров в пачке	Пункт 7.1.2.3.2.10.14
BEF		[4]	Флаг конца пачки	Пункт 7.1.2.3.2.10.15
AIFG_IND		[5]	Индикация AIFG	Пункт 7.1.2.3.2.10.16
MIMO_IND		[6]	Индикация MIMO	Пункт 7.1.2.3.2.10.21
APSD_MAX-M_EXT		[7]	Расширение APSD_MAX-M	Пункт 7.1.2.3.2.10.22
ACE_SYM	8	[2:0]	Количество символов ACE	Пункт 7.1.2.3.2.10.17
CNN_MNGMT		[6:3]	Управление соединением	Пункт 7.1.2.3.2.10.18
Зарезервировано		[7]	Зарезервировано	Зарезервировано МСЭ-Т (Прим.)
BTXRL	9	[7:0]	Длина запроса двунаправленной передачи	Пункт 7.1.2.3.2.10.19

Таблица 7-11 – Поля кадра РНУ типа ВАСК – внутренняя часть

Поле	Октет	Биты	Описание	Ссылка
АСК_CE_CTRL	10	[7:0]	Управление оценкой канала АСК	Пункт 7.1.2.3.2.10.20
Зарезервировано	11–14	[31:0]	Зарезервировано	Зарезервировано МСЭ-Т (Прим.)
ПРИМЕЧАНИЕ. – В битах, зарезервированных МСЭ-Т, передатчик должен устанавливать нули, а приемник – игнорировать их.				

В таблице 7-54 [ITU-T G.9960] перечислены поля заголовка кадра РНУ, относящиеся к расширенной части заголовка кадров типа ВАСК.

**7.1.2.3.2.10.1 Длительность кадра ВАСК (BACK\_DUR)**

См. пункт 7.1.2.3.2.10.1 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.10.2 Размер блока (BLKSZ)**

См. пункт 7.1.2.3.2.10.2 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.10.3 Скорость кодирования FEC (FEC\_RATE)**

См. пункт 7.1.2.3.2.10.3 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.10.4 Повторения (REP)**

См. пункт 7.1.2.3.2.10.4 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.10.5 Коэффициент конкатенации FEC (FCF)**

См. пункт 7.1.2.3.2.10.5 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.10.6 Инициализация скремблера (SI)**

См. пункт 7.1.2.3.2.10.6 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.10.7 Индикация обнаружения ведущего узла (MDET)**

См. пункт 7.1.2.3.2.10.7 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.10.8 ВАР\_ID/ВАМАТ\_ID**

См. пункт 7.1.2.3.2.2.8.

**7.1.2.3.2.10.9 Идентификатор частотного плана ~~OFB~~/идентификатор способа группирования поднесущих (~~BNDPL~~OFB\_ID/GRP\_ID)**

См. пункт 7.1.2.3.2.2.9.

**7.1.2.3.2.10.10 Идентификатор защитного интервала (GI\_ID)**

См. пункт 7.1.2.3.2.10.10 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.10.11 Максимальная фактическая PSD кадра ВАСК (APSD\_MAX-M)**

См. пункт 7.1.2.3.2.10.11 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.10.12 Идентификатор соединения (CONNECTION\_ID)**

См. пункт 7.1.2.3.2.10.12 [ITU-T G.9960].

**7.1.2.3.2.10.13 Требуется ответ (RPRQ)**

См. пункт 7.1.2.3.2.10.13 [ITU-T G.9960].

#### **7.1.2.3.2.10.14 Счетчик кадров в пачке (BRSTCnt)**

См. пункт 7.1.2.3.2.10.14 [ITU-T G.9960].

#### **7.1.2.3.2.10.15 Флаг окончания пачки (BEF)**

См. пункт 7.1.2.3.2.10.15 [ITU-T G.9960].

#### **7.1.2.3.2.10.16 Индикация AIFG (AIFG\_IND)**

См. пункт 7.1.2.3.2.10.16 [ITU-T G.9960].

#### **7.1.2.3.2.10.17 Символы ACE (ACE\_SYM)**

См. пункт 7.1.2.3.2.10.17 [ITU-T G.9960].

#### **7.1.2.3.2.10.18 Управление соединением (CNN\_MNGMT)**

См. пункт 7.1.2.3.2.10.18 [ITU-T G.9960].

#### **7.1.2.3.2.10.19 Длина запроса двусторонней передачи (BTXRL)**

См. пункт 7.1.2.3.2.10.19 [ITU-T G.9960].

#### **7.1.2.3.2.10.20 Управление оценкой канала ACK (ACK\_CE\_CTRL)**

Интерпретация этого поля – как указано для поля ACK\_CE\_CTRL кадра ACK в пункте 7.1.2.3.2.3.1.

#### **7.1.2.3.2.10.21 Индикация MIMO (MIMO\_IND)**

См. пункт 7.1.2.3.2.2.24.

#### **7.1.2.3.2.10.22 Расширение APSD\_MAX-M**

См. пункт 7.1.2.3.2.10.21 [ITU-T G.9960].

#### **7.1.2.3.2.11 Поля кадра PНУ типа ACTMG**

См. пункт 7.1.2.3.2.11 [ITU-T G.9960].

#### **7.1.2.3.2.12 Зарезервировано**

Зарезервировано МСЭ-Т.

#### **7.1.2.3.2.13 Зарезервировано**

Зарезервировано МСЭ-Т.

#### **7.1.2.3.2.14 Зарезервировано**

Зарезервировано МСЭ-Т.

#### **7.1.2.3.2.15 Зарезервировано**

Зарезервировано МСЭ-Т.

#### **7.1.2.3.2.16 Поля кадра PНУ типа FTE**

См. пункт 7.1.2.3.2.16 [ITU-T G.9960].

#### **7.1.2.3.3 Поля расширенного заголовка**

См. пункт 7.1.2.3.3 [ITU-T G.9960].

#### **7.1.3 Подуровень подсоединения к физической среде передачи (PMA)**

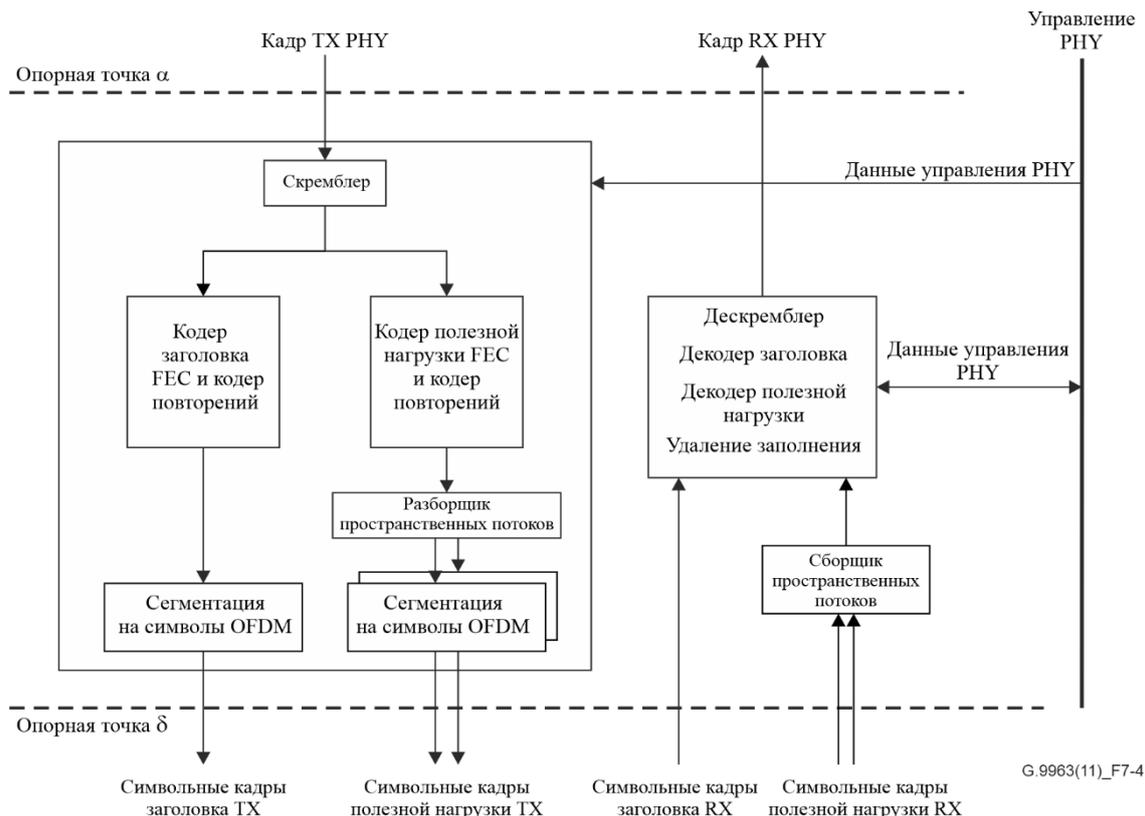
На рисунке 7-4 представлена функциональная модель PMA. Она предназначена для более подробного описания функционального блока PMA, представленного на рисунке 7-1.

В направлении передачи входящий кадр PНУ (за исключением преамбулы и символов оценки канала) в опорной точке  $a$  имеет формат, определенный в пункте 7.1.2. Биты заголовка и полезной нагрузки входящего кадра скремблируются, как описано в пункте 7.1.3.1. Биты заголовка входящего кадра

кодируются, как описано в пункте 7.1.3.4. Биты полезной нагрузки кодируются, как описано в пункте 7.1.3.3. Параметры кодера полезной нагрузки контролируются системой управления РНУ.

После кодирования полезная нагрузка разбирается на несколько пространственных потоков, как описано в пункте 7.1.3.5. Затем заголовок и полезная нагрузка сегментируются на целое число символьных кадров, как описано в пункте 7.1.3.6. Полученные символьные кадры заголовка и полезной нагрузки передаются в РМД (в опорной точке  $\delta$ ) для модуляции и передачи по среде передачи.

В направлении приема над принятыми символьными кадрами выполняются все необходимые обратные операции сборки, декодирования и дескремблирования пространственных потоков полезной нагрузки. Восстановленный заголовок и полезная нагрузка кадра РНУ передаются в опорную точку  $\alpha$  для дальнейшей обработки в PCS.



**Рисунок 7-4 – Функциональная модель РМА**

### 7.1.3.1 Скремблирование

См. пункт 7.1.3.1 [ITU-T G.9960].

### 7.1.3.2 Кодирование FEC

См. пункт 7.1.3.2 [ITU-T G.9960].

### 7.1.3.3 Кодирование полезной нагрузки

См. пункт 7.1.3.3 [ITU-T G.9960]. Всякий раз, когда узел [ITU-T G.9963] использует RCM, создается полезная нагрузка как единый пространственный поток с использованием схемы RCM, описанной в пункте 7.1.3.3 [ITU-T G.9960].

### 7.1.3.4 Кодирование заголовка

См. пункт 7.1.3.4 [ITU-T G.9960]. Заголовок кадра РНУ создается как единый пространственный поток.

### 7.1.3.5 Разборщик пространственных потоков

Кодированный блок полезной нагрузки поступает на вход разборщика пространственного потока. Когда полезная нагрузка должна создаваться в виде двух пространственных потоков, этот блок

выводит два пространственных потока, которые позже сегментируются в символы OFDM. Когда полезная нагрузка должна создаваться как один пространственный поток, кодированный блок полезной нагрузки поступает на выход этого блока как есть (то есть разборщик потока в этом случае не работает).

При операции разборки биты поочередно направляются в каждый поток на уровне поднесущей. Если определить  $b_j^{(i)}$  как количество битов данных, которые должны быть загружены в поднесущую  $j$  пространственного потока  $i$ , то разборщик пространственного потока:

- направляет первые  $b_0^{(1)}$  входных битов в пространственный поток 1;
- направляет следующие  $b_0^{(2)}$  входных битов в пространственный поток 2;
- направляет следующие  $b_1^{(1)}$  входных битов в пространственный поток 1;
- направляет следующие  $b_1^{(2)}$  входных битов в пространственный поток 2;
- и так далее.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Если  $b_j^{(i)}$  равно нулю, то в поднесущую  $j$  пространственного потока  $i$  биты данных не направляются.

### 7.1.3.6 Сегментация на символьные кадры

Разобранные блоки полезной нагрузки в пространственных потоках 1 и 2 и кодированный блок заголовка из выходных данных кодера заголовка сегментируются на символьные кадры. Максимальное количество битов в символьном кадре полезной нагрузки пространственного потока 1 не должно превышать  $k_P^{(1)}$ . Аналогично максимальное количество битов в символьном кадре полезной нагрузки пространственного потока 2 не должно превышать  $k_P^{(2)}$ .  $k_P^{(i)}$  – это общее количество битов, которые могут быть загружены в символ полезной нагрузки OFDM пространственного потока  $i$  в соответствии с текущей ВАТ этого пространственного потока. Количество битов в символьном кадре заголовка должно составлять  $k_H$ . Символьные кадры полезной нагрузки и заголовка передаются в PMD, как показано на рисунке 7-4.

#### 7.1.3.6.1 Сегментация полезной нагрузки

После разборки кодированного блока полезной нагрузки набор битов, направленных в пространственный поток 1, и набор битов, направленных в пространственный поток 2, сегментируются на один или несколько символьных кадров, называемых далее "символьные кадры пространственного потока 1" и "символьные кадры пространственного потока 2".

В нормальном режиме (см. рисунок 7-8 [ITU-T G.9960]) и для каждого пространственного потока первый символьный кадр пространственного потока  $i$  ( $i$  – номер пространственного потока – 1 или 2) содержит первые  $k_P^{(i)}$  битов блока полезной нагрузки пространственного потока  $i$ . Второй символьный кадр пространственного потока  $i$  содержит вторые  $k_P^{(i)}$  битов блока полезной нагрузки пространственного потока  $i$  и так далее до последнего символьного кадра пространственного потока  $i$ . Если в последнем символьном кадре меньше  $k_P^{(i)}$  битов, то незагруженные поддерживаемые поднесущие символа OFDM последнего символьного кадра модулируются псевдослучайной последовательностью битов, как описано в пункте 7.1.4.2.5. Схема сегментации полезной нагрузки показана на рисунке 7-5.

В RCM полезная нагрузка создается как единый пространственный поток. В этом случае сегментация полезной нагрузки осуществляется, как указано для RCM в пункте 7.1.3.5.1 [ITU-T G.9960].

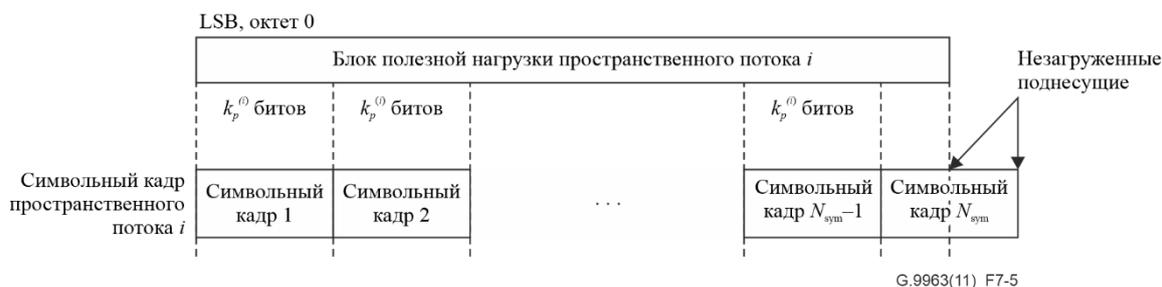


Рисунок 7-5 – Сегментация полезной нагрузки блока полезной нагрузки пространственного потока  $i$  ( $i = 1,2$ )

### 7.1.3.6.2 Сегментация заголовка

См. пункт 7.1.3.5.2 [ITU-T G.9960].

### 7.1.3.7 Кадр PROBE

Кадр PROBE предназначен для процедуры оценки канала. Заголовок кадров PROBE должен быть таким, как определено в пункте 7.1.2.3. После PFH кадр PROBE может включать символы ACE, как указано в пунктах 7.1.4.2.4.4 (тональное отображение) и 7.1.4.4.4.2 (отображение портов Tx). Полезная нагрузка кадров PROBE должна содержать несколько контрольных символов, то есть символьных кадров без данных, которые могут быть трех типов:

- немые символы – символы, все поднесущие которых считаются замаскированными поднесущими (MSC);
- контрольные символы оценки канала 1 SS, которые создаются как один SS и для которых все поддерживаемые поднесущие (SSC) считаются неактивными поднесущими (ISC) и модулируются псевдослучайной последовательностью;
- контрольные символы оценки канала 2 SS, которые создаются как два SS и для которых все поддерживаемые поднесущие (SSC) обоих SS считаются неактивными поднесущими (ISC) и модулируются псевдослучайной последовательностью.

Общее количество контрольных символов в каждом кадре указывается в поле PRBSYM, см. пункт 7.1.2.3.2.7.1.3.

Тип кадров PROBE указывается в поле PRBTYPE, см. пункт 7.1.2.3.2.7.1.2 (таблица 7-8):

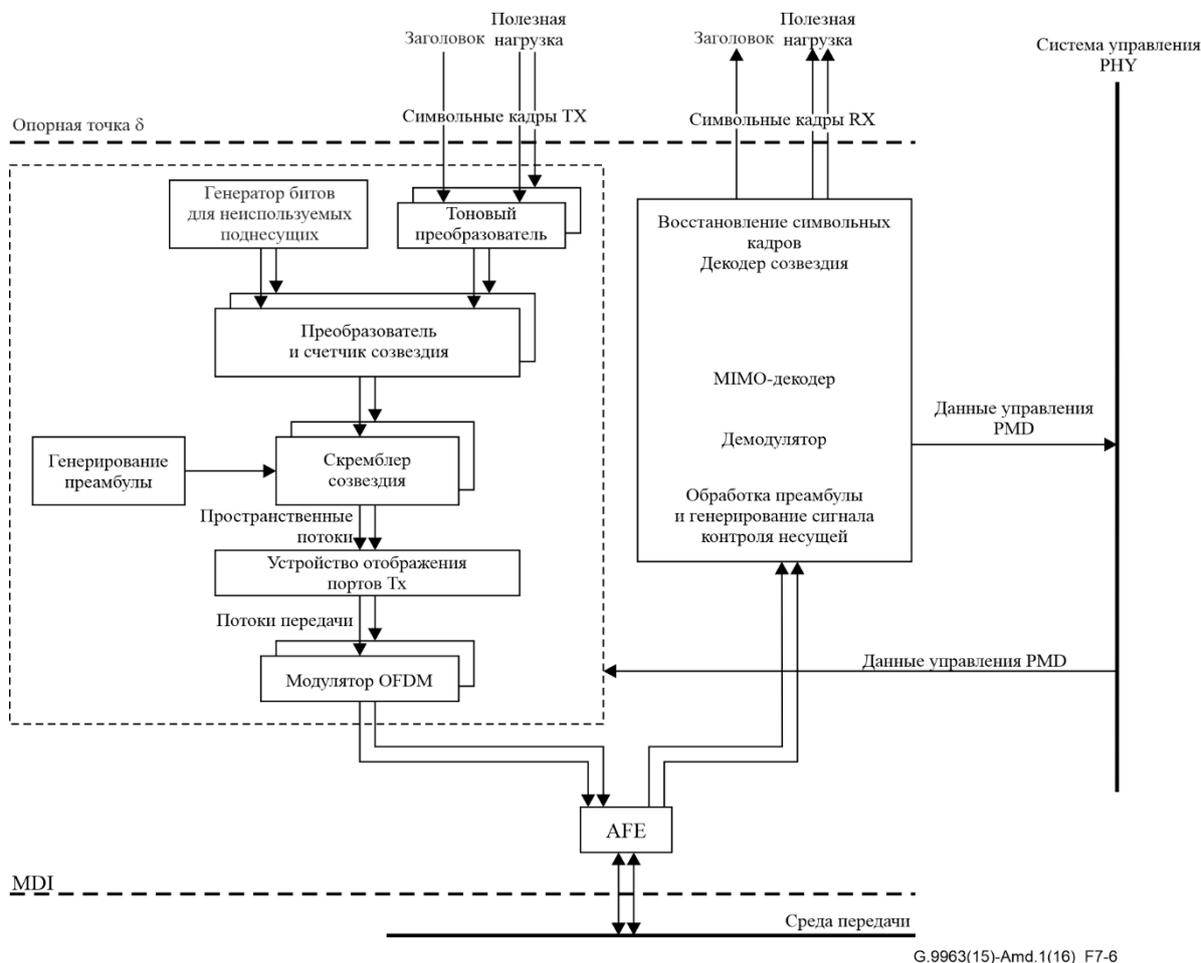
- "немой кадр PROBE" (PRBTYPE 0000<sub>2</sub>). Полезная нагрузка кадра этого типа состоит из немых символов;
- "кадр PROBE оценки канала 1 SS" (PRBTYPE 0001<sub>2</sub>). Полезная нагрузка кадра этого типа состоит из контрольных символов оценки канала.
- "кадр PROBE оценки канала 2 SS" (PRBTYPE 1000<sub>2</sub>). Полезная нагрузка кадра этого типа состоит из контрольных символов оценки канала 2 SS, за которыми следуют немые символы (количество немых символов в кадре находится в диапазоне от 0 до PRBSYM, как указано в поле NUM\_SILENT\_SYM, см. пункт 7.1.2.3.2.7.2.3.3).

Кадры PROBE этого типа можно разделить на две категории:

- кадры PROBE, содержащие контрольные символы, созданные как один пространственный поток (то есть когда MIMO\_IND=0). Кадры предназначены для процедуры оценки канала в линиях с узлами [ITU-T G.9960/G.9961] и в линиях с узлами [ITU-T G.9963] с использованием одного SS (см. пункт 8.11). К этой категории относятся кадры PROBE типа "немой кадр PROBE" (PRBTYPE 0000<sub>2</sub>) и "кадр PROBE оценки канала 1 SS" (PRBTYPE 0001<sub>2</sub>). В полезную нагрузку этих кадров PROBE входят контрольные символы, которые можно генерировать двумя способами:
  - когда кадр PROBE передается с использованием схемы передачи [ITU-T G.9960], контрольные символы генерируются, как указано в пунктах 7.1.4.2.5.3 [ITU-T G.9960];
  - когда кадр PROBE передается с использованием схемы передачи MIMO (с полезной нагрузкой, созданной как один SS), контрольные символы генерируются, как указано в пунктах 7.1.4.2.4.3 и 7.1.4.2.5 (тональное отображение) и в пункте 7.1.4.4.3 (отображение портов Tx);
- кадры PROBE, содержащие контрольные символы, созданные как два пространственных потока (то есть когда MIMO\_IND=1). Кадры этого типа предназначены для процедуры оценки канала в линиях с узлами [ITU-T G.9963] с использованием двух SS, как указано в пункте 8.11.1. К этой категории относятся кадры PROBE типа "кадр PROBE оценки канала 2 SS" (PRBTYPE 1000<sub>2</sub>). Полезная нагрузка кадров PROBE этого типа может содержать как символы оценки канала 2 SS, так и немые символы, которые генерируются, как указано в пунктах 7.1.4.2.4.3 и 7.1.4.2.5 (тональное отображение) и 7.1.4.4.3 (отображение портов Tx).

## 7.1.4 Подуровень, зависящий от физической среды (PMD)

На рисунке 7-6 представлена функциональная модель PMD. В направлении передачи устройство тонального отображения разделяет входящие символьные кадры (для каждого пространственного потока) заголовка и полезной нагрузки на группы битов и связывает каждую группу битов с определенной поднесущей, на которую эта группа должна быть загружена, как указано в пункте 7.1.4.2. Кодер созвездия преобразует каждую входящую группу битов в комплексное число, которое представляет собой точку созвездия для этой поднесущей. Процесс отображения созвездия описан в пункте 7.1.4.3.1. Неиспользуемые поддерживаемые поднесущие модулируются псевдослучайной битовой последовательностью, сгенерированной в соответствии с пунктом 7.1.4.2.5.



G.9963(15)-Amd.1(16)\_F7-6

Рисунок 7-6 – Функциональная модель PMD

Устройство отображения портов Tx, описанное в пункте 7.1.4.4, преобразует пространственные потоки для передачи потоков, назначенных для передачи в каждый из портов Tx. Каждый из модуляторов OFDM, описанных в пункте 7.1.4.5, назначенный каждому порту Tx, преобразует поток из  $N$  комплексных чисел на своем входе в поток из  $N$  отсчетов комплексных значений во временной области. После добавления преамбулы сигнал передачи каждого порта Tx сдвигается вверх на  $F_{US}$ . Действительная часть результирующего сигнала, назначенного каждому порту Tx, передается в среду передачи через определенный порт Tx. Параметры преамбулы (пункт 7.1.4.5) определяются системой управления РНУ и зависят от типа передаваемого кадра РНУ.

Кадры выводятся в среду передачи с интервалами между кадрами, указанными в [ITU-T G.9961].

В направлении приема кадры, поступающие из среды передачи, демодулируются и декодируются. Восстановленные символьные кадры передаются в РМА через контрольную точку  $\delta$ . Преамбула обрабатывается, и данные преамбулы передаются в систему управления РНУ.

#### 7.1.4.1 Разнос и логическая индексация поднесущих

См. пункт 7.1.4.1 [ITU-T G.9960]. Для связи физического индекса с логическим следует использовать правило индексации #1. Правило индексации #2 не используется.

#### 7.1.4.2 Тоновый преобразователь

Тоновый преобразователь работает независимо с каждым из входящих пространственных потоков. Он разделяет входящие символьные кадры заголовка и полезной нагрузки (каждого пространственного потока) на группы битов (в соответствии с ВАТ и способом группирования поднесущих, используемым для этого пространственного потока) и связывает каждую группу битов с определенными поднесущими, на которые эти группы битов должны быть загружены. Эта информация вместе со значениями масштабных коэффициентов усиления для каждой поднесущей (как описано в пункте 7.1.4.3.2.3 [ITU-T G.9960]) передается в кодер созвездия.

##### 7.1.4.2.1 Обзор типов поднесущих

Для тонального отображения определены следующие типы поднесущих.

- 1) Замаскированные поднесущие (MSC) – это поднесущие, передача на которых не допускается, то есть коэффициент усиления на такой поднесущей должен быть установлен равным нулю. Определены два типа MSC:
  - постоянно маскируемые поднесущие (PMSC) – поднесущие, передача на которых не допускается никогда. Список PMSC образует маску PMSC, которая зависит от типа среды передачи и определена в пункте 7.2. Биты данных никогда не отображаются на PMSC;
  - регионально замаскированные поднесущие (RMSC) – поднесущие, передача на которых в одних регионах запрещена, но в других может быть разрешена. Список RMSC образует маску RMSC, которая зависит от типа среды передачи и региона/области применения. Набор RMSC состоит из поднесущих, соответствующих маскам поднесущих, определенным в дескрипторе SM, и замаскированных радиолобительских полос, определенных в дескрипторе радиолобительских полос (см. пункт 8.8.5.5). Количество RMSC,  $\#RMSC = \#MSC - \#PMSC$ .
- 2) Поддерживаемые поднесущие (SSC) – это поднесущие, передачи на которых допускаются с определенными ограничениями соответствующей маски PSD. Количество SSC,  $\#SSC = N - \#MSC$ . Для каждого пространственного потока определены следующие типы SSC:
  - активные поднесущие (ASC) пространственного потока  $i$  (обозначаются  $ASC^{(i)}$ , где  $i = 1, 2$ ) – поднесущие, загружаемые битами ( $b \geq 1$ ) для передачи данных. ASC подвергаются отображению точек созвездия, масштабированию созвездия и скремблированию созвездия, как описано в пункте 7.1.4.3. Биты данных отображаются на ASC, как описано в пункте 7.1.4.2.2;
  - неактивные поднесущие (ISC) пространственного потока  $i$  (обозначаются  $ISC^{(i)}$ , где  $i = 1, 2$ ) – поднесущие, которые не загружаются битами данных (например, из-за низкого уровня SNR). Количество ISC в пространственном потоке  $i$  ( $i = 1, 2$ ),  $\#ISC^{(i)} = \#SSC - \#ASC^{(i)}$ . ISC могут использоваться для целей измерения или других вспомогательных целей. ISC подвергаются формированию мощности передачи. Сигналы, передаваемые на ISC, определены в пункте 7.1.4.2.5.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Хотя для обоих пространственных потоков MSC и SSC одинаковы, для разных пространственных потоков они могут быть разными.

##### 7.1.4.2.2 Таблицы распределения битов (ВАТ)

Процесс тонального отображения определяется таблицей распределения битов (ВАТ), которая связывает индексы поднесущих с количеством битов, загружаемых на данную поднесущую. Такое отображение определяется независимо для каждого пространственного потока. Индексы поднесущих в ВАТ (для каждого пространственного потока) располагаются в порядке возрастания – от наименьшего к наибольшему. Биты символьного кадра TX загружаются на поднесущие в порядке индексов в ВАТ в соответствии с индексацией поднесущих, определенной в пункте 7.1.4.1.

ВАТ, используемые узлом в конкретном кадре РНУ для каждого пространственного потока, являются частью ВМАТ (как указано в пункте 7.1.4.4.3) и указываются приемному узлу (узлам) в поле

ВМАТ\_ID – одним из полей заголовка кадров PHY типа MSG/BMSG/BACK/PROBE, как описано в пункте 7.1.2.3.2.2.8.

#### **7.1.4.2.2.1 Предопределенные ВАТ**

См. пункт 7.1.4.2.2.1 [ITU-T G.9960].

#### **7.1.4.2.2.2 Динамические ВАТ**

Динамическая ВАТ связывает индексы SSC с количеством битов, которые должны быть загружены на каждую поднесущую. Когда полезная нагрузка состоит из двух пространственных потоков и используются динамические ВАТ, каждому пространственному потоку соответствует его собственная динамическая ВАТ. Подмножество индексов в ВАТ, относящихся к пространственному потоку  $i$  с количеством загружаемых битов  $b > 0$ , определяет  $ASC^{(i)}$  (то есть активные поднесущие пространственного потока  $i$ ). При передаче MIMO две ВАТ выбираются вместе с таблицей соответствия портов Tx (МАТ), описанной в пункте 7.1.4.4.2. Эта комбинация называется ВМАТ (таблица соответствия битов и портов Tx) и описана в пункте 7.1.4.4.3.

Количество битов, загружаемых на любую поднесущую, не должно превышать максимально допустимого количества битов (см. пункт 7.1.4.3). Количество битов также должно соответствовать возможностям по загрузке битов взаимодействующих узлов, о которых ими было объявлено до установления связи.

#### **7.1.4.2.3 ВАТ с группированием поднесущих**

Узел должен иметь возможность определять динамическую ВАТ с использованием группирования поднесущих в группу из  $G = 1$  (без группирования поднесущих), 2, 4, 8 или 16 поднесущих с последовательными частотами. Группирование  $G$  применяется к обоим пространственным потокам (то есть для обоих пространственных потоков используется одно и то же группирование). Значение  $G$  по умолчанию равно 1. Если используется группирование ( $G > 1$ ), то на всех поднесущих одной и той же группы должна быть одинаковая битовая загрузка. Однако битовая загрузка этой группы для разных пространственных потоков может быть разной. Первая группа должна включать  $G$  поднесущих в порядке возрастания индексов поднесущих, определенных в пункте 7.1.4.1. Если группа включает замаскированные поднесущие (например, MSC) или выходит за пределы применимого набора поднесущих, то узел должен применять битовую нагрузку, назначенную этой группе, только к применимому набору поднесущих.

При передаче ВАТ должен указываться индекс группы  $G$  (см. пункт 8.11).

#### **7.1.4.2.4 Специальные отображения**

##### **7.1.4.2.4.1 Тональное отображение заголовка кадра PHY**

См. пункт 7.1.4.2.5.1 [ITU-T G.9960].

##### **7.1.4.2.4.2 Тональное отображение RCM**

См. пункт 7.1.4.2.5.2 [ITU-T G.9960].

##### **7.1.4.2.4.3 Тональное отображение контрольных символов**

Контрольные символы оценки канала 1 SS создаются как единый SS и модулируются с использованием равномерно распределенной загрузки двух битов на поднесущую по всему набору SSC. Для этих символов набор ISC должен совпадать с набором SSC. Все поднесущие ISC модулируются псевдослучайной битовой последовательностью в соответствии с пунктом 7.1.4.2.5.

Контрольные символы оценки канала 2 SS создаются как два SS и модулируются с использованием равномерно распределенной загрузки двух битов на поднесущую по всему набору SSC каждого SS. Для этих символов набор ISC должен совпадать с набором SSC. Все поднесущие ISC модулируются псевдослучайной битовой последовательностью в соответствии с пунктом 7.1.4.2.5.

Для немых символов все поднесущие рассматриваются как MSC (замаскированные поднесущие).

#### 7.1.4.2.4 Тональное отображение для символов ACE

Символ ACE модулируется с использованием равномерной загрузки двух битов на поднесущую по всему набору SSC. Символы ACE создаются как единый пространственный поток. Для символов ACE набор ISC должен совпадать с набором SSC. Все поднесущие ISC модулируются псевдослучайной битовой последовательностью в соответствии с пунктом 7.1.4.2.5.

#### 7.1.4.2.5 Модуляция незагруженных поддерживаемых поднесущих

Поддерживаемые поднесущие (SSC), не загруженные или частично загруженные закодированными битами полезной нагрузки для пространственного потока  $i$  ( $i = 1, 2$ ), то есть  $ISC^{(i)}$ , и не загруженные или частично загруженные  $ASC^{(i)}$  (далее – незагруженные SSC пространственного потока  $i$ ,  $USSC^{(i)}$ ), – загружаются псевдослучайной последовательностью, определяемой генератором на основе сдвигового регистра с линейной обратной связью (LFSR) с использованием полинома  $p(x) = x^{23} + x^{18} + 1$ , как показано на рисунке 7-7. LFSR работает с поднесущими каждого пространственного потока отдельно. Другими словами, LFSR по-разному инициализируется для каждого пространственного потока, как описано ниже, и отдельно создает биты для загрузки поднесущих каждого пространственного потока. Генератор LFSR инициализируется в начале каждого символа OFDM сгенерированным DM начальным числом, полученным во время регистрации узла в домене посредством полей дополнительной информации о домене MIMO UnloadedSubcarrierInitialSeedStream1 и UnloadedSubcarrierInitialSeedStream2 вспомогательного информационного подполя (см. пункт 8.8.7) соответственно для пространственных потоков 1 и 2. Для  $i$ -го символа полезной нагрузки используется начальное число  $S_k$ , где  $k = (i - 1 \text{ по модулю } 64) + 1, i = 1, 2, 3, 4, \dots S_k$  генерируется путем продвижения LFSR на  $8192 \cdot (k - 1)$  от исходного начального числа, сгенерированного DM. Пример начальных значений LFSR для первоначального начального числа  $7FFFFFF_{16}$  (поток 1) и  $7FFFFC_{16}$  (пространственный поток 2) приведен в таблицах 7-14 и 7-15.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Начальные значения  $S_1$ – $S_{64}$  используются для инициализации LFSR для символов полезной нагрузки 1–64, 65–128 и т. д. Младший бит начального числа  $S_k$  соответствует  $c_1$ .

Генерируемые DM начальные значения выбираются из пула допустимых начальных значений, указанных в таблицах 7-12 и 7-13, в зависимости от значения идентификатора домена (DOD) и пространственного потока.

**Таблица 7-12 – Пул сгенерированных DM допустимых начальных значений для генератора LFSR незагруженных поддерживаемых поднесущих пространственного потока 1**

DOD	Допустимые начальные значения
0	7FFFFFF <sub>16</sub> ; 003FE0 <sub>16</sub> ; 7FC060 <sub>16</sub> ; 7803F9 <sub>16</sub> ; 0FF813 <sub>16</sub> ; 7EFE80 <sub>16</sub> ; 01FCFC <sub>16</sub> ; 40202F <sub>16</sub> ; 038638 <sub>16</sub>
1	7FFFFFF <sub>16</sub> ; 7DC2E0 <sub>16</sub> ; 70874D <sub>16</sub> ; 401FB7 <sub>16</sub> ; 61F327 <sub>16</sub> ; 0F78B3 <sub>16</sub> ; 3FDFD7 <sub>16</sub> ; 0DC513 <sub>16</sub> ; 1E73E7 <sub>16</sub>
2	7FFFFFF <sub>16</sub> ; 1EB138 <sub>16</sub> ; 731F9B <sub>16</sub> ; 057B41 <sub>16</sub> ; 4DE53C <sub>16</sub> ; 7099A3 <sub>16</sub> ; 0080A6 <sub>16</sub> ; 07BC5A <sub>16</sub> ; 0399C8 <sub>16</sub>
3	7FFFFFF <sub>16</sub> ; 3027C4 <sub>16</sub> ; 1F8F1B <sub>16</sub> ; 30A762 <sub>16</sub> ; 1D8A1F <sub>16</sub> ; 6FB79B <sub>16</sub> ; 6E3675 <sub>16</sub> ; 78B9A1 <sub>16</sub> ; 65F92E <sub>16</sub>
4	7FFFFFF <sub>16</sub> ; 5EED10 <sub>16</sub> ; 7F3F09 <sub>16</sub> ; 16E6B5 <sub>16</sub> ; 5FD0FF <sub>16</sub> ; 1EB13C <sub>16</sub> ; 6B8DD5 <sub>16</sub> ; 7795D2 <sub>16</sub> ; 3D222E <sub>16</sub>
5	7FFFFFF <sub>16</sub> ; 0174B0 <sub>16</sub> ; 79903D <sub>16</sub> ; 604F7B <sub>16</sub> ; 38638D <sub>16</sub> ; 698A2D <sub>16</sub> ; 7CE688 <sub>16</sub> ; 50281F <sub>16</sub> ; 48E4C4 <sub>16</sub>
6	7FFFFFF <sub>16</sub> ; 7ABE59 <sub>16</sub> ; 785321 <sub>16</sub> ; 26D2B1 <sub>16</sub> ; 0207F8 <sub>16</sub> ; 0B6CAA <sub>16</sub> ; 306764 <sub>16</sub> ; 096B52 <sub>16</sub> ; 12757B <sub>16</sub>
7	7FFFFFF <sub>16</sub> ; 734122 <sub>16</sub> ; 1D29EE <sub>16</sub> ; 4D67BC <sub>16</sub> ; 073961 <sub>16</sub> ; 763502 <sub>16</sub> ; 7C58CE <sub>16</sub> ; 7B4816 <sub>16</sub> ; 5E6F90 <sub>16</sub>
8	7FFFFFF <sub>16</sub> ; 0AFC72 <sub>16</sub> ; 198299 <sub>16</sub> ; 5AABBE <sub>16</sub> ; 1E8EDC <sub>16</sub> ; 618E01 <sub>16</sub> ; 6E289F <sub>16</sub> ; 5B22F8 <sub>16</sub> ; 416B07 <sub>16</sub>
9	7FFFFFF <sub>16</sub> ; 771574 <sub>16</sub> ; 779791 <sub>16</sub> ; 5D54B7 <sub>16</sub> ; 479BCE <sub>16</sub> ; 1EBBF8 <sub>16</sub> ; 09EBF4 <sub>16</sub> ; 6926AD <sub>16</sub> ; 3B5461 <sub>16</sub>
10	7FFFFFF <sub>16</sub> ; 06764F <sub>16</sub> ; 2EC96F <sub>16</sub> ; 3BFA45 <sub>16</sub> ; 316B09 <sub>16</sub> ; 6876D1 <sub>16</sub> ; 7FEF7B <sub>16</sub> ; 0ABF31 <sub>16</sub> ; 600E3B <sub>16</sub>
11	7FFFFFF <sub>16</sub> ; 5295BF <sub>16</sub> ; 3C064C <sub>16</sub> ; 48FB34 <sub>16</sub> ; 272E4D <sub>16</sub> ; 32203C <sub>16</sub> ; 478CF6 <sub>16</sub> ; 7330FC <sub>16</sub> ; 098416 <sub>16</sub>
12	7FFFFFF <sub>16</sub> ; 40E0C4 <sub>16</sub> ; 6A49F1 <sub>16</sub> ; 620823 <sub>16</sub> ; 44153E <sub>16</sub> ; 3BD438 <sub>16</sub> ; 0878EA <sub>16</sub> ; 57EB86 <sub>16</sub> ; 3DA277 <sub>16</sub>
13	7FFFFFF <sub>16</sub> ; 12CF23 <sub>16</sub> ; 730171 <sub>16</sub> ; 164544 <sub>16</sub> ; 1AB7C9 <sub>16</sub> ; 74191A <sub>16</sub> ; 33A4AA <sub>16</sub> ; 68843A <sub>16</sub> ; 3CC639 <sub>16</sub>
14	7FFFFFF <sub>16</sub> ; 1A6FB3 <sub>16</sub> ; 068AF6 <sub>16</sub> ; 79DC09 <sub>16</sub> ; 2E8D44 <sub>16</sub> ; 0733A1 <sub>16</sub> ; 24E0D0 <sub>16</sub> ; 3F4001 <sub>16</sub> ; 1D56D2 <sub>16</sub>
15	7FFFFFF <sub>16</sub> ; 68BC83 <sub>16</sub> ; 612F91 <sub>16</sub> ; 6E76A9 <sub>16</sub> ; 51F4FC <sub>16</sub> ; 2B2C4D <sub>16</sub> ; 2C2B62 <sub>16</sub> ; 05A54A <sub>16</sub> ; 28476E <sub>16</sub>

**Таблица 7-13 – Пул сгенерированных DM допустимых начальных значений для генератора LFSR незагруженных поддерживаемых поднесущих пространственного потока 2**

DOD	Допустимые начальные значения
0	7FFFC <sub>16</sub> ; 23AA37 <sub>16</sub> ; 7DEB20 <sub>16</sub> ; 0E7807 <sub>16</sub> ; 422436 <sub>16</sub> ; 300E1C <sub>16</sub> ; 605098 <sub>16</sub> ; 7FF53C <sub>16</sub> ; 0862AD <sub>16</sub> ;
1	7FFFC <sub>16</sub> ; 18BC69 <sub>16</sub> ; 09ABAB <sub>16</sub> ; 07F1C5 <sub>16</sub> ; 09E865 <sub>16</sub> ; 2DFE39 <sub>16</sub> ; 718D3B <sub>16</sub> ; 78861D <sub>16</sub> ; 6F8AD8 <sub>16</sub> ;
2	7FFFC <sub>16</sub> ; 575445 <sub>16</sub> ; 02C263 <sub>16</sub> ; 1A717B <sub>16</sub> ; 40DCAB <sub>16</sub> ; 48F445 <sub>16</sub> ; 65B11B <sub>16</sub> ; 4A639A <sub>16</sub> ; 411C38 <sub>16</sub> ;
3	7FFFC <sub>16</sub> ; 35F937 <sub>16</sub> ; 718D5C <sub>16</sub> ; 65F51E <sub>16</sub> ; 361B92 <sub>16</sub> ; 121AD0 <sub>16</sub> ; 2D4A2F <sub>16</sub> ; 1A4B85 <sub>16</sub> ; 663275 <sub>16</sub> ;
4	7FFFC <sub>16</sub> ; 2B63B6 <sub>16</sub> ; 50C875 <sub>16</sub> ; 57D522 <sub>16</sub> ; 37E76E <sub>16</sub> ; 22E7A0 <sub>16</sub> ; 6BC6D9 <sub>16</sub> ; 638DB4 <sub>16</sub> ; 577E3A <sub>16</sub> ;
5	7FFFC <sub>16</sub> ; 1E2A46 <sub>16</sub> ; 28F7F3 <sub>16</sub> ; 1597A0 <sub>16</sub> ; 30FEA3 <sub>16</sub> ; 7B6B6F <sub>16</sub> ; 5C5971 <sub>16</sub> ; 733A55 <sub>16</sub> ; 676D31 <sub>16</sub> ;
6	7FFFC <sub>16</sub> ; 5979CF <sub>16</sub> ; 36D313 <sub>16</sub> ; 47AD56 <sub>16</sub> ; 5A00C9 <sub>16</sub> ; 4636C2 <sub>16</sub> ; 6D49B2 <sub>16</sub> ; 4282E1 <sub>16</sub> ; 1B35FF <sub>16</sub> ;
7	7FFFC <sub>16</sub> ; 4DBB71 <sub>16</sub> ; 21C06E <sub>16</sub> ; 187B99 <sub>16</sub> ; 3CE540 <sub>16</sub> ; 49CED1 <sub>16</sub> ; 43C4F6 <sub>16</sub> ; 1CED71 <sub>16</sub> ; 7CC353 <sub>16</sub> ;
8	7FFFC <sub>16</sub> ; 56B9EE <sub>16</sub> ; 6DC0FF <sub>16</sub> ; 1143BD <sub>16</sub> ; 6DA9B9 <sub>16</sub> ; 3D1B0B <sub>16</sub> ; 3C8027 <sub>16</sub> ; 6878D1 <sub>16</sub> ; 796EE2 <sub>16</sub> ;
9	7FFFC <sub>16</sub> ; 5730B7 <sub>16</sub> ; 07A508 <sub>16</sub> ; 5C950A <sub>16</sub> ; 5AC4D5 <sub>16</sub> ; 332E0B <sub>16</sub> ; 04B478 <sub>16</sub> ; 068575 <sub>16</sub> ; 276853 <sub>16</sub> ;
10	7FFFC <sub>16</sub> ; 32BC04 <sub>16</sub> ; 718EAA <sub>16</sub> ; 2D7E9F <sub>16</sub> ; 348B03 <sub>16</sub> ; 7FFD87 <sub>16</sub> ; 0CD6D5 <sub>16</sub> ; 411EBB <sub>16</sub> ; 3FD43A <sub>16</sub> ;
11	7FFFC <sub>16</sub> ; 4225A7 <sub>16</sub> ; 782501 <sub>16</sub> ; 33C567 <sub>16</sub> ; 337AC6 <sub>16</sub> ; 07C3D0 <sub>16</sub> ; 7615E2 <sub>16</sub> ; 053D21 <sub>16</sub> ; 1E0459 <sub>16</sub> ;
12	7FFFC <sub>16</sub> ; 2C72B3 <sub>16</sub> ; 161AE5 <sub>16</sub> ; 495760 <sub>16</sub> ; 11EE60 <sub>16</sub> ; 5F4D85 <sub>16</sub> ; 156B20 <sub>16</sub> ; 42F91A <sub>16</sub> ; 78D261 <sub>16</sub> ;
13	7FFFC <sub>16</sub> ; 753D0D <sub>16</sub> ; 2F8603 <sub>16</sub> ; 29751B <sub>16</sub> ; 29DE16 <sub>16</sub> ; 26AC1C <sub>16</sub> ; 3193F4 <sub>16</sub> ; 1C5B5D <sub>16</sub> ; 0D3447 <sub>16</sub> ;
14	7FFFC <sub>16</sub> ; 34D324 <sub>16</sub> ; 7586CA <sub>16</sub> ; 6F43D9 <sub>16</sub> ; 77FB03 <sub>16</sub> ; 1170EA <sub>16</sub> ; 5D9297 <sub>16</sub> ; 249A77 <sub>16</sub> ; 1A76ED <sub>16</sub> ;
15	7FFFC <sub>16</sub> ; 127C77 <sub>16</sub> ; 532AD6 <sub>16</sub> ; 5ED02D <sub>16</sub> ; 40C4AC <sub>16</sub> ; 3CA7A7 <sub>16</sub> ; 589E59 <sub>16</sub> ; 41C05B <sub>16</sub> ; 0881D6 <sub>16</sub> ;

Первое допустимое значение для каждого пространственного потока является общим для всех DOD и называется начальным значением по умолчанию для генераторов LFSR поддерживаемых незагруженных поднесущих этого пространственного потока. Кортеж, состоящий из двух начальных значений по умолчанию, называется значением по умолчанию для генераторов LFSR поддерживаемых незагруженных поднесущих MIMO.

LFSR для каждого пространственного потока  $i$  дополняется двумя битами на каждую поднесущую (как SSC, так и MSC) каждого символа полезной нагрузки. Два бита LFSR, соответствующие индексу поднесущей 0 каждого пространственного потока, представляют собой  $(c_1, c_2)$  начального числа инициализации. Два бита LFSR, соответствующие индексу поднесущей 1 каждого пространственного потока, представляют собой  $(c_1, c_2)$  после двух сдвигов и т. д. Для модуляции незагруженных поднесущих символы ACE должны обрабатываться так же, как символы полезной нагрузки, с единственным отличием по сравнению с другими символами полезной нагрузки: символы ACE создаются как один пространственный поток, а не как два пространственных потока. Это означает, что с символами ACE работает только LFSR, работающий с пространственным потоком 1.



**Рисунок 7-7 – LFSR для модуляции незагруженных и частично загруженных поднесущих каждого из двух пространственных потоков**

**Таблица 7-14 – Пример начальных значений LFSR для исходного сгенерированного DM начального числа  $7FFFFFF_{16}$  пространственного потока 1**

Индекс начального числа $k$	Начальное число ( $S_k$ )
1	$7FFFFFF_{16}$
2	$26B489_{16}$
3	$278A91_{16}$
4	$15F4ED_{16}$
5	$5B4CB1_{16}$
6	$2F021F_{16}$
7	$7A64C1_{16}$
8	$414CD7_{16}$
9	$649D5E_{16}$
10	$134826_{16}$
11	$2A3DFC_{16}$
12	$2B9570_{16}$
13	$3C6777_{16}$
14	$757986_{16}$
15	$103962_{16}$
16	$0DB87B_{16}$
17	$076287_{16}$
18	$3E1A31_{16}$
19	$05DE6D_{16}$
20	$5C5B4E_{16}$
21	$596413_{16}$
22	$0613D9_{16}$
23	$19504A_{16}$
24	$50FDE0_{16}$
25	$5CD048_{16}$
26	$66C646_{16}$
27	$7169B3_{16}$
28	$480497_{16}$
29	$053FE3_{16}$
30	$51F1B1_{16}$
31	$7D2BA0_{16}$
32	$11E4D8_{16}$
33	$037144_{16}$
34	$278587_{16}$
35	$2CF7F7_{16}$
36	$027D46_{16}$
37	$70A7EB_{16}$
38	$4C622C_{16}$
39	$54DC68_{16}$
40	$01715E_{16}$
41	$274A7B_{16}$

**Таблица 7-14 – Пример начальных значений LFSR для исходного сгенерированного DM начального числа 7FFFFFF<sub>16</sub> пространственного потока 1**

Индекс начального числа $k$	Начальное число ( $S_k$ )
42	55238D <sub>16</sub>
43	008B06 <sub>16</sub>
44	3FA255 <sub>16</sub>
45	777A6A <sub>16</sub>
46	5154DD <sub>16</sub>
47	55C203 <sub>16</sub>
48	0D21F9 <sub>16</sub>
49	1BEDE6 <sub>16</sub>
50	608D6B <sub>16</sub>
51	4B75D3 <sub>16</sub>
52	22BA64 <sub>16</sub>
53	7D0646 <sub>16</sub>
54	7F56E6 <sub>16</sub>
55	614333 <sub>16</sub>
56	4F1368 <sub>16</sub>
57	7359EF <sub>16</sub>
58	2D86A9 <sub>16</sub>
59	25373D <sub>16</sub>
60	258466 <sub>16</sub>
61	4CE92A <sub>16</sub>
62	6B7E3D <sub>16</sub>
63	760B34 <sub>16</sub>
64	761EA6 <sub>16</sub>

**Таблица 7-15 – Пример начальных значений LFSR для исходного сгенерированного DM начального числа 7FFFFFFC<sub>16</sub> пространственного потока 2**

Индекс начального числа $k$	Начальное число ( $S_k$ )
1	7FFFFFFC <sub>16</sub>
2	1AD227 <sub>16</sub>
3	1E2A46 <sub>16</sub>
4	57D3B5 <sub>16</sub>
5	6D32C5 <sub>16</sub>
6	3C087E <sub>16</sub>
7	699305 <sub>16</sub>
8	05335F <sub>16</sub>
9	12757B <sub>16</sub>
10	4D209B <sub>16</sub>
11	28F7F3 <sub>16</sub>
12	2E55C2 <sub>16</sub>

**Таблица 7-15 – Пример начальных значений LFSR для исходного сгенерированного DM начального числа  $7\text{FFFFC}_{16}$  пространственного потока 2**

Индекс начального числа $k$	Начальное число ( $S_k$ )
13	719DDD <sub>16</sub>
14	55E61A <sub>16</sub>
15	40E588 <sub>16</sub>
16	36E1ED <sub>16</sub>
17	1D8A1F <sub>16</sub>
18	7868C7 <sub>16</sub>
19	1779B5 <sub>16</sub>
20	716D3A <sub>16</sub>
21	65904F <sub>16</sub>
22	184F66 <sub>16</sub>
23	654129 <sub>16</sub>
24	43F782 <sub>16</sub>
25	734122 <sub>16</sub>
26	1B1919 <sub>16</sub>
27	45A6CE <sub>16</sub>
28	20125E <sub>16</sub>
29	14FF8D <sub>16</sub>
30	47C6C7 <sub>16</sub>
31	74AE82 <sub>16</sub>
32	479361 <sub>16</sub>
33	0DC513 <sub>16</sub>
34	1E161E <sub>16</sub>
35	33DFDD <sub>16</sub>
36	09F51A <sub>16</sub>
37	429FAF <sub>16</sub>
38	3188B2 <sub>16</sub>
39	5371A2 <sub>16</sub>
40	05C579 <sub>16</sub>
41	1D29EE <sub>16</sub>
42	548E37 <sub>16</sub>
43	022C18 <sub>16</sub>
44	7E8956 <sub>16</sub>
45	5DE9A8 <sub>16</sub>
46	455377 <sub>16</sub>
47	57080F <sub>16</sub>
48	3487E5 <sub>16</sub>
49	6FB79B <sub>16</sub>
50	0235AF <sub>16</sub>
51	2DD74D <sub>16</sub>
52	0AE993 <sub>16</sub>
53	74191A <sub>16</sub>

**Таблица 7-15 – Пример начальных значений LFSR для исходного сгенерированного DM начального числа 7FFFC<sub>16</sub> пространственного потока 2**

Индекс начального числа $k$	Начальное число ( $S_k$ )
54	7D5B98 <sub>16</sub>
55	050CCE <sub>16</sub>
56	3C4DA1 <sub>16</sub>
57	4D67BC <sub>16</sub>
58	361AA4 <sub>16</sub>
59	14DCF4 <sub>16</sub>
60	161198 <sub>16</sub>
61	33A4AA <sub>16</sub>
62	2DF8F4 <sub>16</sub>
63	582CD1 <sub>16</sub>
64	587A99 <sub>16</sub>

Для каждого пространственного потока  $i$  применяется следующий способ модуляции поднесущих, не загруженных закодированными битами полезной нагрузки.

- 1) Начиная с начала первого символа OFDM полезной нагрузки, каждая поднесущая из набора  $ISC^{(i)}$  (то есть неактивные поднесущие пространственного потока  $i$ ,  $i = 1, 2$ ) модулируется двумя младшими битами LFSR  $c_1$  и  $c_2$  с использованием 2-битового отображения созвездия, определенного в пункте 7.1.4.3.1 (первым передается  $c_1$ ).
- 2) Если в каждом символе OFDM полезной нагрузки количество битов пространственного потока  $i$  в символьном кадре не заполняет весь символ, то для заполнения оставшейся части символьного кадра этого пространственного потока  $i$  используются биты из LFSR путем выборки групп из  $m^{(i)}$  LSB LFSR (биты  $c_1 - c_{m^{(i)}}$  LFSR, первым передается  $c_1$ ) и их отображения на оставшиеся поднесущие, где  $m^{(i)}$  – количество битов, выделенных поднесущей пространственного потока  $i$  в соответствии с BAT этого пространственного потока. Для первой дополненной поднесущей пространственного потока  $i$ , если  $n^{(i)}$  битов из  $m^{(i)}$  загруженных битов представляют собой биты данных ( $n^{(i)} < m^{(i)}$ ), то эти  $n^{(i)}$  битов данных загружаются как младшие биты группы битов, отображаемых в точку созвездия, а  $m^{(i)} - n^{(i)}$  битов LFSR (биты  $c_1 - c_{m^{(i)} - n^{(i)}}$  LFSR, первым передается  $c_1$ ) используются как старшие биты группы битов, отображаемых в точку созвездия, начиная с LSB LFSR.
- 3) В случае контрольных символов оценки канала 1 SS или 2 SS, начиная с начала первого символа OFDM полезной нагрузки, каждая поднесущая из набора  $ISC^{(i)}$  (то есть неактивные поднесущие пространственного потока  $i$ ,  $i = 1, 2$ ) модулируется двумя младшими битами LFSR  $c_1$  и  $c_2$  с использованием 2-битового отображения созвездия, определенного в пункте 7.1.4.3.1 (первым передается  $c_1$ ).

Для каждого пространственного потока  $i$  биты из LFSR загружаются на поднесущие в порядке логических индексов (то есть так же, как данные загружаются поверх символов полезной нагрузки) в соответствии с индексацией поднесущих, определенной в пункте 7.1.4.1. Модуляция незагруженных поднесущих начинается с незагруженной SSC пространственного потока  $i$  USSC<sup>(i)</sup> с наименьшим логическим индексом первого символа полезной нагрузки, продолжается в порядке возрастания логических индексов до незагруженной SSC пространственного потока  $i$  USSC<sup>(i)</sup> с наибольшим логическим индексом первого символа полезной нагрузки, затем продолжается, начиная с незагруженной SSC пространственного потока  $i$  USSC<sup>(i)</sup> с наименьшим логическим индексом второго символа полезной нагрузки в порядке возрастания логических индексов до незагруженной SSC пространственного потока  $i$  USSC<sup>(i)</sup> с наибольшим логическим индексом второго символа полезной нагрузки и далее продолжается до незагруженной SSC пространственного потока  $i$  USSC<sup>(i)</sup> с наибольшим логическим индексом последнего символа полезной нагрузки.

ASC каждого пространственного потока  $i$   $ASC^{(i)}$  из набора SSC загружаются согласно соответствующей ВАТ пространственного потока  $i$ , как указано в пункте 7.1.4.2.2.

### 7.1.4.3 Кодер созвездия

#### 7.1.4.3.1 Отображение созвездия

Отображение созвездия выполняется отдельно для каждого пространственного потока. Отображение созвездия связывает каждую группу битов, загруженных на поднесущую определенного пространственного потока, со значениями  $I$  (синфазная составляющая) и  $Q$  (квадратурно-фазовая составляющая) диаграммы созвездия. Каждая входящая группа из  $b$  битов  $\{d_{b-1}, d_{b-2}, \dots, d_0\}$  связывается с конкретными значениями  $I$  и  $Q$ , вычисленными, как описано в этом разделе.

Каждая группа битов  $\{d_{b-1}, d_{b-2}, \dots, d_0\}$  отображается на преобразователь созвездия, начиная с младшего бита  $d_0$ .

##### 7.1.4.3.1.1 Созвездия для четного количества битов

См. пункт 7.1.4.3.1.1 [ITU-T G.9960].

##### 7.1.4.3.1.2 Созвездия для нечетного количества битов

См. пункт 7.1.4.3.1.2 [ITU-T G.9960].

##### 7.1.4.3.2 Масштабирование точки созвездия

См. пункт 7.1.4.3.2 [ITU-T G.9960].

##### 7.1.4.3.3 Скремблер созвездия

Фаза точек созвездия, генерируемая преобразователем созвездия, сдвигается в соответствии с псевдослучайной последовательностью, генерируемой генератором на основе сдвигового регистра с линейной обратной связью (LFSR), как показано на рисунке 7-8.

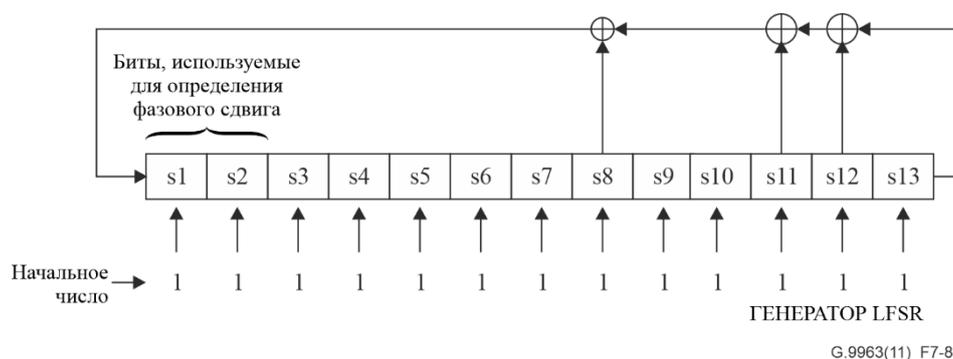


Рисунок 7-8 – Скремблер созвездия

Генератор LFSR реализует полином  $g(x) = x^{13} + x^{12} + x^{11} + x^8 + 1$ .

Для каждой поднесущей LFSR сдвигается на два бита вперед. Биты заголовка, АСЕ и полезной нагрузки назначаются поднесущим пространственных потоков в следующем порядке.

- Начиная с поднесущей с наименьшим логическим индексом, выполняются следующие действия:
  - два младших разряда регистра  $s1$  и  $s2$  используются для определения фазового сдвига, применяемого к точке созвездия пространственного потока 1, связанного с этой поднесущей, в соответствии с таблицей 7-16;
  - если символ содержит два пространственных потока, то те же два бита  $s1$  и  $s2$  используются для определения фазового сдвига, применяемого к точке созвездия пространственного потока 2, связанного с этой поднесущей, в соответствии с таблицей 7-16; в ином случае этот шаг пропускается;
  - затем LFSR сдвигается на два бита вперед.

- Переход к следующей поднесущей в порядке логического индекса (см. пункт 7.1.4.1). Для этой поднесущей выполняются те же действия, что и описанные в предыдущем пункте.
- Процесс продолжается до поднесущей с наибольшим логическим индексом. Опять же, для этой поднесущей выполняются те же действия, что и описанные в предыдущем пункте.

**Таблица 7-16 – Фазовый сдвиг созвездия в зависимости от выходных данных LFSR**

Выходные данные LFSR		Фазовый сдвиг (рад)
s2	s1	
0	0	0
0	1	$\pi/2$
1	0	$\pi$
1	1	$3\pi/2$

Для заголовка, ACE и полезной нагрузки сдвиг индекса поднесущей  $i$  в LFSR составляет  $2i$  (как для SSC, так и для MSC). Два бита LFSR, соответствующие индексу поднесущей 0, представляют собой  $(s_1, s_2)$  начального числа инициализации. Два бита LFSR, соответствующие индексу поднесущей 1, представляют собой  $(s_1, s_2)$  после двух сдвигов, и т. д.

Для сигналов преамбулы INUSE, PR, NACK и IDPS сдвиг индекса поднесущей  $(i \times k_m)$  в LFSR составляет  $2i$ , где  $k_m$  – множитель интервала между поднесущими для секции  $m$  преамбулы (см. пункт 7.1.4.6. 3).

Для каждого символа OFDM генератор LFSR инициализируется начальным числом  $1FFF_{16}$ . Младший бит начального числа соответствует  $s_1$ . Скремблирование созвездия применяется к заголовку кадра PHY, ACE и всем символам полезной нагрузки путем поворота первоначально отображенной точки созвездия  $Z_{i,l}^0$  на фазовый сдвиг  $\theta$  для получения комплексного значения  $Z_{i,l}$ , вводимого в IDFT (см. пункт 7.1.4.5.1):

$$Z_{i,l} = Z_{i,l}^0 \cdot \exp(j\theta).$$

#### 7.1.4.4 Устройство отображения портов Tx

Входные данные устройства отображения портов Tx – это пространственные потоки с выхода кодера созвездия. Они представляют собой потоки передачи, которые преобразуются модулятором OFDM в отсчеты во временной области и подсоединяются к портам Tx. Устройство отображения портов Tx работает с каждой поднесущей. Оно отображает пары точек созвездия, назначенных двум пространственным потокам на одной и той же поднесущей, на измененную пару сигналов, подсоединенных (после модуляции OFDM, то есть IDFT) к портам Tx, согласно таблице соответствия портов Tx (MAT). Работа устройства отображения портов Tx описана ниже.

Обозначим:

$S_{in,i}^{(j)}$  – точка входного сигнала, связанная с поднесущей  $i$  ( $i = 0, \dots, N - 1$ ) пространственного потока  $j$  ( $j = 1, 2$ );

$S_{out,i}^{(k)}$  – точка выходного сигнала, связанная с поднесущей  $i$  ( $i = 0, \dots, N - 1$ ) пространственного потока  $k$  ( $k = 1, 2$ ).

В случаях, когда используется только один пространственный поток,  $S_{in,i}^{(2)} = 0$ .

Матрица отображения портов Tx для поднесущей  $i$  обозначается следующим образом:

$$TPM_i = \begin{bmatrix} TPM_{11,i} & TPM_{12,i} \\ TPM_{21,i} & TPM_{22,i} \end{bmatrix}, i = 0, \dots, N - 1,$$

где  $TPM_{kj,i}$  – отображение пространственного потока  $j$  на поток передачи  $k$  для поднесущей  $i$ .

Операция отображения портов Tx для каждой поднесущей  $i$  должна выполняться в соответствии со следующим уравнением:

$$\begin{bmatrix} S_{out,i}^{(1)} \\ S_{out,i}^{(2)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{TRM}_{11,i} & \text{TRM}_{12,i} \\ \text{TRM}_{21,i} & \text{TRM}_{22,i} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} S_{in,i}^{(1)} \\ S_{in,i}^{(2)} \end{bmatrix}, i = 0, \dots, N-1.$$

Конкретное отображение описывается конкретными матрицами отображения, определенными в пункте 7.1.4.4.1, и МАТ, как указано в пункте 7.1.4.4.2.

Отображение порта Тх (то есть потока передачи) на фактическую комбинацию проводников (например, в случае линии электропередачи порт Тх 1 подключается к терминалу Р-Н) по усмотрению поставщика. Однако это отображение не должно изменяться после регистрации узла в домене.

#### 7.1.4.4.1 Конкретные матрицы отображения портов Тх

##### 7.1.4.4.1.1 "Прямое" отображение, ТРМ #0

Матрица "прямого" отображения портов Тх для двух пространственных потоков представляет собой единичную матрицу:

$$\text{TRM \#0} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

##### 7.1.4.4.1.2 Отображение "дублирование", ТРМ #1

Матрица отображения "дублирование" портов Тх для одного пространственного потока

$$\text{TRM \#1} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}.$$

##### 7.1.4.4.1.3 Отображение "дублирование с отрицанием", ТРМ #2

Матрица отображения портов Тх "дублирование с отрицанием" для одного пространственного потока

$$\text{TRM \#2} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \end{bmatrix}.$$

##### 7.1.4.4.1.4 Отображение "порт Тх 1", ТРМ #3

Матрица отображения портов Тх "порт Тх 1" для двух пространственных потоков

$$\text{TRM \#3} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}.$$

##### 7.1.4.4.1.5 Отображение "порт Тх 2", ТРМ #4

Матрица отображения портов Тх "порт Тх 2" для двух пространственных потоков

$$\text{TRM \#4} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

##### 7.1.4.4.1.6 Отображение "предварительное кодирование", ТРМ #5

Матрица отображения портов Тх "предварительное кодирование" для двух пространственных потоков определяется углами  $\theta$  и  $\varphi$ ,  $0 \leq \theta \leq \pi/2$ ;  $0 \leq \varphi < 2\pi$ . Это следующая матрица:

$$\text{TRM \#5} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} e^{j\varphi} \cos\theta & -e^{j\varphi} \sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix}; 0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}; 0 \leq \varphi < 2\pi.$$

Значения углов  $\theta$  и  $\varphi$  содержат соответственно  $B_1$  и  $B_2$  битов. Это либо  $B_1 = B_2 = 4$  бита, либо  $B_1 = B_2 = 8$  битов, как указано в пунктах 8.11.1.7.3 и 8.11.1.7.5. Процесс передачи показателей углов описан в пункте 8.11. При заданных показателях фазы  $P_1$  и  $P_2$  для  $\theta$  и  $\varphi$  соответственно  $0 \leq P_1 \leq 2^{B_1} - 1$ ;  $0 \leq P_2 \leq 2^{B_2} - 1$ , для некоторой поднесущей передатчик должен использовать отображение портов Тх ТРМ #5, в котором:

$$\theta = \frac{\pi \cdot (2P_1 + 1)}{2^{B_1 + 2}} \text{ и } \varphi = \frac{\pi \cdot (2P_2 + 1)}{2^{B_2}}.$$

ПРИМЕЧАНИЕ. – При воссоздании матрицы отображения предварительного кодирования в передатчике необходимо учитывать требования по EVM передатчика.

#### 7.1.4.4.1.7 Отображение "предварительное кодирование без ввода SS 2", TPM #6

Матрица отображения портов Tx "предварительное кодирование без ввода SS 2" для двух пространственных потоков определяется углами  $\theta$  и  $\varphi$ ,  $0 \leq \theta \leq \pi/2$ ;  $0 \leq \varphi < 2\pi$ . Это следующая матрица:

$$\text{TPM \#6} = \begin{bmatrix} e^{j\varphi} \cos\theta & 0 \\ \sin\theta & 0 \end{bmatrix}; 0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}; 0 \leq \varphi < 2\pi.$$

Процесс дискретизации углов  $\theta$  и  $\varphi$  описан в пункте 7.1.4.4.1.6.

#### 7.1.4.4.1.8 Отображение "предварительное кодирование без ввода SS 1", TPM #7

Матрица отображения портов Tx для использования при предварительном кодировании с передачей пространственного потока 2 определяется углами  $\theta$  и  $\varphi$ ,  $0 \leq \theta \leq \pi/2$ ;  $0 \leq \varphi < 2\pi$ . Эта матрица выглядит следующим образом:

$$\text{TPM \#7} = \begin{bmatrix} 0 & -e^{j\varphi} \sin\theta \\ 0 & \cos\theta \end{bmatrix}; 0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}; 0 \leq \varphi < 2\pi.$$

Процесс дискретизации значений углов  $\theta$  и  $\varphi$  описан в пункте 7.1.4.4.1.6.

#### 7.1.4.4.2 Таблица соответствия портов Tx (MAT)

Отображение портов Tx определяется таблицей соответствия (MAT) портов Tx, которая связывает индексы поднесущих с конкретными матрицами отображения портов Tx, применяемыми к этим поднесущим. Индексы поднесущих расположены в MAT в порядке возрастания – от наименьшего к наибольшему, в соответствии с индексацией поднесущей, определенной в пункте 7.1.4.1 (так же, как в BAT).

MAT, используемая узлом в конкретном кадре PHY, является частью VMAT (как определено в пункте 7.1.4.4.3) и указывается приемному узлу (узлам) в поле VMAT\_ID полей заголовка кадра PHY типа MSG/BMSG/BACK/PROBE, как описано в пункте 7.1.2.3.2.2.8.

MAT используется только для отображения двух пространственных потоков и только с матрицами отображения портов Tx TPM #0, TPM #3, TPM#4, TPM #5, TPM #6 и TPM #7. Матрицы отображения портов Tx TPM #1 и TPM #2 предназначены для описания отображения портов при передачах с использованием одного пространственного потока. В этом случае ко всем поднесущим применяется одна и та же матрица отображения портов Tx.

##### 7.1.4.4.2.1 Предопределенные MAT

Определены следующие предопределенные MAT:

- 1) предопределенная MAT типа 0: единое отображение портов Tx с использованием матрицы отображения "порт Tx 1" (TPM #3), определенной в пункте 7.1.4.4.1.4, для набора поднесущих, используемых соответствующими BAT двух пространственных потоков (то есть для всех поднесущих, за исключением набора PMSC или наборов PMSC и RMSC);
- 2) предопределенная MAT типа 1: единое отображение портов Tx с использованием матрицы отображения "порт Tx 2" (TPM #4), определенной в пункте 7.1.4.4.1.5, для набора поднесущих, используемых соответствующими BAT двух пространственных потоков (то есть для всех поднесущих, за исключением набора PMSC или наборов PMSC и RMSC);
- 3) предопределенная MAT типа 2: единое отображение портов Tx с использованием матрицы прямого отображения (TPM #0), определенной в пункте 7.1.4.4.1.1, для набора поднесущих, используемых соответствующими BAT двух пространственных потоков (то есть для всех поднесущих, за исключением набора PMSC или наборов PMSC и RMSC).

Каждый узел должен поддерживать предопределенные MAT типов 0, 1 и 2.

#### 7.1.4.4.2 Динамические таблицы МАТ

Динамическая МАТ связывает индексы SSC с отображением портов Tx, связанным с каждой поднесущей. При передаче MIMO МАТ выбирается вместе с двумя ВАТ. Эта комбинация называется ВМАТ (таблица соответствия битов и портов Tx) и описана в пункте 7.1.4.4.3.

#### 7.1.4.4.2.3 МАТ с группированием поднесущих в процессе предварительного кодирования

Всякий раз, когда используется режим MIMO 1 или 2 (см. пункт 8.11), приемник может использовать группирование поднесущих в процессе предварительного кодирования  $PG = 1$  (группирование отсутствует), 2, 4, 8 или 16 поднесущих с последовательными частотами для передачи передатчику квантованных параметров предварительного кодирования (углов). Если в процессе предварительного кодирования используется группирование поднесущих ( $PG > 1$ ), то для всех поднесущих одной группы (количество поднесущих в группе равно  $PG$ ) используются одни и те же параметры предварительного кодирования (углы). Первая группа должна включать  $PG$  поднесущих в порядке возрастания индексов поднесущих, определенных в пункте 7.1.4.1. Если группа включает замаскированные поднесущие (например, MSC) или выходит за пределы применимого набора поднесущих, то узел применяет параметры предварительного кодирования (углы), назначенные этой группе, только к применимому набору поднесущих. По умолчанию  $PG = 1$ .

Группирование в процессе предварительного кодирования ( $PG$ ) может быть согласовано при инициировании оценки канала с использованием сообщений MCE\_Initiation.req и MCE\_Initiation.cnf, как указано в пункте 8.11.1.1.1. Когда передается ВМАТ (если эта ВМАТ содержит параметры предварительного кодирования), как описано в пункте 8.11.1, то, кроме этих сообщений,  $PG$  указывается также в сообщении MCE\_ParamUpdate.req.

#### 7.1.4.4.3 Таблицы соответствия битов и портов Tx (ВМАТ)

ВМАТ представляет собой комбинацию следующих элементов:

- таблицы соответствия битов (ВАТ) полезной нагрузки кадра PHY (см. пункт 7.1.4.2.2):
  - ВАТ пространственного потока 1, ВАТ<sup>(1)</sup>;
  - ВАТ пространственного потока 2, ВАТ<sup>(2)</sup>;
- таблица соответствия портов Tx (МАТ) полезной нагрузки кадра PHY (см. пункт 7.1.4.4.2).

ВМАТ, используемая узлом в конкретном кадре PHY, указывается приемному узлу (узлам) в поле ВМАТ\_ID полей заголовка кадра PHY типа MSG/BMSG/BACK/PROBE, как описано в пункте 7.1.2.3.2.2.8.

#### 7.1.4.4.3.1 Предопределенные и динамические ВМАТ

В таблице 7-3 приведены различные комбинации двух ВАТ и МАТ, составляющих ВМАТ. ВМАТ состоит из предопределенных распределений (значения ВМАТ\_ID в диапазоне от 0 до 11) и динамических распределений (значения ВМАТ\_ID в диапазоне от 16 до 27).

Динамические ВМАТ могут определяться принимающим узлом (ВМАТ, определяемые приемником) для конкретного одноадресного канала или выбираться передающим узлом (ВМАТ, определяемые передатчиком) для конкретного многоадресного канала. Динамические ВМАТ передаются из узла, генерирующего ВМАТ, одноранговому узлу (например узел, осуществляющий многоадресную передачу нескольким другим узлам, должен до передачи данных передать ВМАТ всем принимающим узлам) (см. пункты 8.11 и 8.16).

Динамические ВМАТ должны быть такими, чтобы при кодировании двух ВАТ, составляющих данную ВМАТ, передавалась информация по отображению портов Tx, а также информация о битовой нагрузке каждой поднесущей. Каждой поднесущей каждого пространственного потока присваиваются значения либо в диапазоне от 0 до 12, либо специальное значение 15 в соответствии со следующими правилами (см. также таблицу 8-27).

- В тех случаях, когда для конкретной поднесущей требуется либо единственное отображение портов Tx (то есть ТРМ #3 или ТРМ #4), либо отображение предварительного кодирования с одним пространственным потоком (то есть ТРМ #6 или ТРМ #7), пространственному потоку, не отображаемому на порт Tx, присваивается значение 15. Этому потоку выделяется нулевая битовая нагрузка, и он не загружается псевдослучайно сгенерированными битами LFSR

(хотя LFSR сдвигается для этого потока и поднесущей). Другому пространственному потоку присваивается значение в диапазоне от 0 до 12. Значение 0 указывает, что в данный пространственный поток загружаются биты из LFSR (LFSR используется для загрузки незагруженных поднесущих, см. пункт 7.1.4.2.5).

- В тех случаях, когда для конкретной поднесущей требуются отображения двух пространственных потоков на два порта Tx (то есть TPM #0 или TPM #5), двум пространственным потокам присваиваются значения в диапазоне от 0 до 12. Значение 0 указывает, что в данный пространственный поток и поднесущую загружаются биты из LFSR, используемые для загрузки незагруженных поднесущих, см. пункт 7.1.4.2.5. Другие значения в диапазоне от 1 до 12 указывают количество битов, загружаемых на поднесущую.

#### 7.1.4.4.3.2 ВМАТ, определяемые передатчиком и приемником

Указаны два типа отображений – определяемые передатчиком и определяемые приемником. При отображении, определяемом передатчиком, ВМАТ определяется передатчиком и либо должна быть предопределенной ВМАТ, либо перед передачей должна сообщаться всем целевым узлам с использованием протокола оценки канала для одноадресной передачи (см. пункт 8.11) и, кроме того, с использованием протокола многоадресной привязки для многоадресной передачи (см. пункт 8.16). При отображении, определяемом приемником, ВМАТ определяется приемником целевого узла и сообщается передатчику с использованием протокола оценки канала.

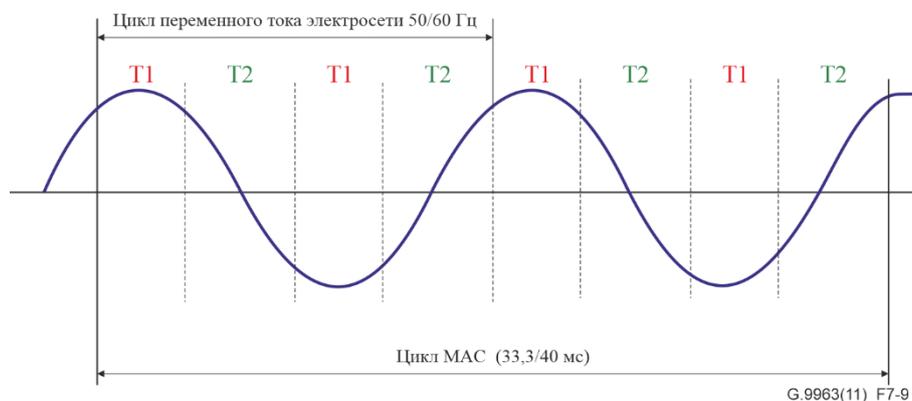
Для одноадресной передачи узел должен использовать либо одну из предопределенных ВМАТ, либо динамическую ВМАТ, определяемую приемником.

Для многоадресных РНУ-передач из узла [ITU-T G.9963] может использоваться любая из следующих двух схем передачи (как указано в пункте 8.16):

- передача [ITU-T G.9960];
- передача ММО с полезной нагрузкой, созданной как один SS.

Для многоадресной передачи с использованием любой из этих схем определяются только ВАТ (а не ВМАТ). Могут использоваться как предопределенные ВАТ (определяемые передатчиком), так и динамические ВАТ. Если используется динамическая ВАТ, она определяется узлом-источником многоадресной передачи (определяемая передатчиком); этот узел генерирует ВАТ и передает ее всем целевым узлам (см. пункт 8.16).

Могут быть определены ВМАТ как определяемые передатчиком, так и определяемые приемником, которые действительны только в определенных частях цикла МАС. Часть цикла МАС, в которой действительна конкретная ВМАТ, называется зоной действия ВМАТ. В случае ВМАТ, определяемых приемником, соответствующие зоны действия ВМАТ, включая начальную и конечную точки каждой из зон действия ВМАТ по отношению к циклу МАС, передаются передатчику в рамках протокола оценки канала.



**Рисунок 7-9 – Пример зон действия ВМАТ в рамках цикла МАС для линии электропередачи**

Рисунок 7-9 иллюстрирует несколько зон действия ВМАТ для линии электропередачи. В этом примере зоны действия ВМАТ чередуются примерно через половину цикла переменного тока, и имеется две

ВМАТ. ВМАТ Т1 используется около пиков цикла переменного тока электросети, а ВМАТ Т2 – около пересечения с нулем. Приемник должен информировать передатчик о начальной и конечной точках каждой из зон действия ВМАТ относительно цикла МАС в рамках протокола оценки канала.

Узел должен поддерживать оба типа отображения – как определяемое передатчиком, так и определяемое приемником.

#### **7.1.4.4.4 Отображения портов Тх для отдельных элементов кадра РНУ**

##### **7.1.4.4.4.1 Отображение портов Тх для заголовка кадра РНУ**

Когда узел [ITU-T G.9963] использует передачу ММО, отображение портов Тх для всех символов заголовка на всех поднесущих, кроме набора РМСС, выполняется с использованием матрицы отображения "дублирование" (то есть ТРМ #1), определенной в пункте 7.1.4.4.1.2.

##### **7.1.4.4.4.2 Отображение портов Тх для символов АСЕ**

Когда узел [ITU-T G.9963] использует передачу ММО, отображение портов Тх для символов АСЕ должно выполняться следующим образом.

- В том случае, когда передача включает полезную нагрузку, предназначенную для узла [ITU-T G.9963], и эта полезная нагрузка создается как два пространственных потока (то есть ММО\_IND=1, случай 4а в таблице 7-1):
  - для символов АСЕ с нечетными номерами по всему набору SSC используется матрица отображения "дублирование с отрицанием" (то есть ТРМ #2), определенная в пункте 7.1.4.4.1.3;
  - для символов АСЕ с четными номерами по всему набору SSC используется матрица отображения "дублирование" (то есть ТРМ #1), определенная в пункте 7.1.4.4.1.2.

В этом случае один символ АСЕ, следующий за заголовком, является обязательным, а дополнительные символы АСЕ – необязательными.

- Во всех других случаях, когда передача включает полезную нагрузку (то есть ММО\_IND=0, случаи 4b, 5 и 6 в таблице 7-1):
  - для символов АСЕ по всему набору SSC используется матрица отображения "дублирование" (то есть ТРМ #1), определенная в пункте 7.1.4.4.1.2.

В этих случаях все символы АСЕ необязательны.

##### **7.1.4.4.4.3 Отображение портов Тх для контрольных символов**

Отображение портов Тх для контрольных символов оценки канала 1 SS по всему набору SSC выполняется с использованием матрицы отображения "дублирование" (то есть ТРМ #1), определенной в пункте 7.1.4.4.1.2.

Отображение портов Тх для контрольных символов оценки канала 2 SS выполняется с использованием МАТ, соответствующей ВМАТ\_ID, указанному в поле PRB\_ВМАТ\_ID кадров PROBE.

##### **7.1.4.4.4.4 Отображение символов полезной нагрузки для RCM**

Когда узел [ITU-T G.9963] использует передачу ММО в RCM, отображение портов Тх всех поднесущих полезной нагрузки выполняется с использованием матрицы отображения "дублирование" (то есть ТРМ #1), определенной в пункте 7.1.4.4.1.2.

#### **7.1.4.5 Модулятор OFDM**

Приемопередатчик ММО содержит два модулятора OFDM, по одному на каждый из двух портов Тх. Модулятор OFDM порта Тх состоит из следующих основных частей: блок IDFT, блок циклического сдвига, блок циклического расширения, кадрирования, перекрытия и суммирования и блок частотного смещения вверх. Сигнал, поступающий на модулятор  $q$ -го порта Тх в  $l$ -м символе OFDM текущего кадра для одной поднесущей с индексом  $i$ , представлен комплексным значением  $Z_{i,l}^{(q)}$ , сгенерированным отображателем портов Тх, как описано в пункте 7.1.4.4 (для символов заголовка и полезной нагрузки) или генератором преамбулы, как описано в пункте 7.1.4.6.3 (для символов преамбулы).

Отсчеты во временной области, сгенерированные блоком IDFT ( $y_{n,l}^{(q)}$ ), вводятся в блок циклического сдвига. Выход блока циклического сдвига ( $x_{n,l}^{(q)}$ ) соединен со входом блока циклического префикса. Выход блока циклического префикса ( $v_{n,l}^{(q)}$ ) соединен со входом блока кадрирования, перекрытия и суммирования. Затем выходной сигнал блока кадрирования, перекрытия и суммирования ( $u_n^{(q)}$ ) смещается по частоте вверх с помощью функции  $F_{US}$ , в результате чего генерируется сигнал  $S_n^{(q)}$ . На рисунке 7-10 представлена функциональная схема OFDM.

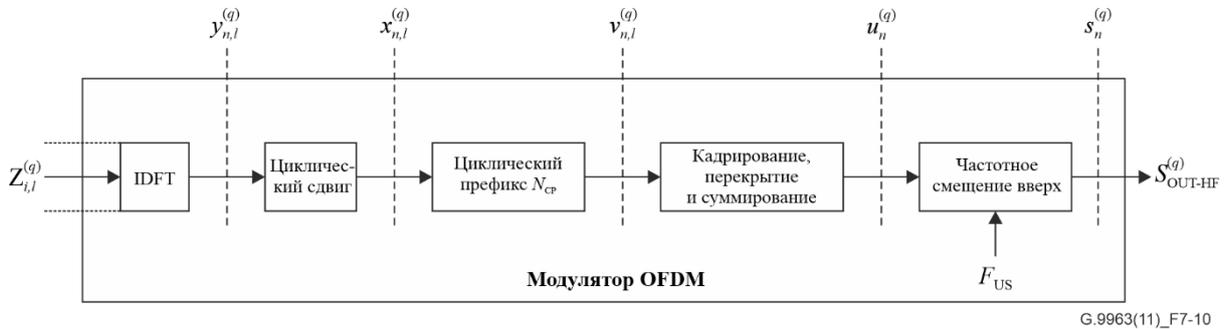


Рисунок 7-10 – Функциональная схема модулятора OFDM

Функциональная схема, представленная выше, и другие рисунки, представленные в этом разделе, не предполагают какой-либо конкретной реализации. Все аспекты обработки сигналов, используемые в модуляторе, должны соответствовать уравнениям и текстовым описаниям.

#### 7.1.4.5.1 Блок IDFT

Блок IDFT преобразует входной поток из  $N$  комплексных чисел  $Z_{i,l}^{(q)}$  в поток из  $N$  комплексных отсчетов во временной области  $y_{n,l}^{(q)}$ . Входные числа представляют  $N$  отображаемых блоков данных, причем  $i$ -й блок данных представлен комплексным значением  $Z_{i,l}^{(q)}$   $i$ -й модулированной поднесущей сигнала OFDM, где  $i = 0, 1, \dots, N-1$  – это индекс поднесущей,  $l$  – порядковый номер символа OFDM в текущем кадре, исключая преамбулу, а  $q = 1$  или  $2$  – индекс порта Tx. Преобразование выполняется в соответствии с уравнением

$$y_{n,l}^{(q)} = \sum_{i=0}^{N-1} \exp\left(j \cdot 2\pi \cdot i \cdot \frac{n}{N}\right) \cdot Z_{i,l}^{(q)} \quad \text{при } n = 0 \dots N-1, \quad l = 0 \dots M_F - 1, \quad q = 1, 2,$$

где  $M_F$  – общее количество символов OFDM в текущем кадре, исключая символы преамбулы, а  $N$  – максимальное количество возможных модулированных поднесущих в спектре OFDM и должно быть степенью 2:  $N = 2^k$ , где  $k$  – целое. Значение  $Z_{i,l}^{(q)}$  для всех замаскированных поднесущих устанавливается равным 0. Если некоторые незамаскированные поднесущие с индексами  $i < N$  не загружены битами данных, то соответствующие значения  $Z_{i,l}^{(q)}$  генерируются, как описано в пункте 7.1.4.2.5.

#### 7.1.4.5.2 Блок циклического сдвига

Блок циклического сдвига производит циклический сдвиг отсчетов символа OFDM на выходе IDFT  $y_{i,l}^{(q)}$ , что приводит к созданию сдвинутой версии этой последовательности  $x_{i,l}^{(q)}$ . Этот сдвиг зависит как от индекса порта Tx, так и от типа символа (преамбула, заголовок кадра PНУ, ACE или полезная нагрузка). Эта операция определяется следующим уравнением:

$$x_{n,l}^{(q)} = y_{(n-CS_l^{(q)}) \bmod N, l}^{(q)} = \sum_{i=0}^{N-1} Z_{i,l}^{(q)} \times \exp\left(j \cdot 2\pi \cdot i \cdot \frac{n - CS_l^{(q)}}{N}\right) \quad \text{при } n = 0, 1, \dots, N-1 \text{ и } q = 1, 2,$$

где  $CS_l^{(q)}$  – циклический сдвиг для линий электропередачи, используемый для  $l$ -го символа OFDM  $q$ -го порта Tx. Результаты циклического сдвига для двух портов Tx и различных символов OFDM приведены в таблице 7-17.

**Таблица 7-17 – Результаты циклического сдвига для линий электропередачи (профиль OFB 1)**

Тип символа	Количество поднесущих (N)			Циклический сдвиг для порта Тх 1 (q = 1) [отсчетов]	Циклический сдвиг для порта Тх 2 (q = 2) [отсчетов]
	25 МГц	50 МГц	100 МГц		
Преамбула	128	256	512	0	N/8
Сигналы INUSE, PR, NACK и IDPS	128	256	512	0	N/8
Заголовок	1024	2048	4096	0	N/64
Символ ACE	1024	2048	4096	0	N/64
Полезная нагрузка	1024	2048	4096	0	N/64

Для телефонных линий циклический сдвиг не применяется ни к одному из портов Тх.

ПРИМЕЧАНИЕ. – При работе по телефонным линиям циклический сдвиг не требуется, поскольку перекрестные помехи между двумя парами низки по сравнению с уровнем прямого сигнала.

Использование ММО для профиля OFB 2 подлежит дальнейшему изучению.

### 7.1.4.5.3 Блок циклического расширения

Циклическое расширение обеспечивает защитный интервал между соседними символами OFDM. Этот защитный интервал предназначен для защиты от межсимвольных помех (ISI). Для символов с одинаковым номером, поступающих в порт Тх #1 и порт Тх #2 (как определено в пункте 7.1.4.5.1), используется одно и то же значение GI.

В OFDM циклический префикс  $l$ -го символа OFDM в кадре реализуется путем добавления последних отсчетов  $N_{CP}(l)$  выходного сигнала IDFT к  $N$  его выходных отсчетов, что приводит к созданию предперекрытого символа OFDM, как показано на рисунке 7-11. Порядок следования отсчетов в символе должен быть следующим:

- первый отсчет символа представляет собой выходной отсчет блока циклического сдвига  $N - N_{CP}(l)$ ;
- последний отсчет циклического префикса представляет собой выходной отсчет блока циклического сдвига  $N - 1$ ; следующий отсчет – выходной отсчет блока циклического сдвига 0.

$l$ -й предперекрытый символ OFDM состоит из  $N$  отсчетов IDFT и  $N_{CP}(l)$  отсчетов циклического расширения, всего

$$N_w(l) = N + N_{CP}(l) \text{ [отсчетов].}$$

После циклического расширения, как описано выше, отсчеты во временной области в контрольной точке  $v_{n,l}^{(q)}$ , как показано на рисунке 7-23, должны соответствовать следующим уравнениям:

$$v_{n,l}^{(q)} = x_{n-N_{CP}(l),l}^{(q)} = \sum_{i=0}^{N-1} Z_{i,l}^{(q)} \times \exp\left(j \cdot 2\pi \cdot i \frac{n - CS_l^{(q)} - N_{CP}(l)}{N}\right) \quad \text{при } n = 0 \dots N_w(l) - 1 = N + N_{CP}(l) - 1.$$

Для всех символов одного и того же кадра количество отсчетов IDFT  $N$  и количество кадрированных отсчетов  $\beta$  должно быть одинаково. Значение  $N_{CP}(l)$  (и соответственно продолжительность предперекрытого символа OFDM  $N_w(l)$ ) может изменяться в течение кадра следующим образом:

- все символы заголовка должны иметь значение  $N_{GI-HD} + \beta$ , определенное в пункте 7.1.4.7;
- первые два символа, следующие за заголовком, должны иметь значение по умолчанию  $N_{GI-DF} + \beta$ , определенное в пункте 7.1.4.7;
- все остальные символы полезной нагрузки должны иметь одно и то же значение  $N_{GI} + \beta$ , где  $N_{GI}$  выбирается из допустимых значений, определенных в пункте 7.1.4.7 и указанных в заголовке, как описано в пункте 7.1.2.1.

#### 7.1.4.5.4 Синхронизация символов

Кадр РНУ состоит из преамбулы, за которой следует целое число  $M_F$  символов OFDM. Первый символ, следующий за преамбулой (первый символ заголовка РНУ), имеет номер 0, а последний  $M_F - 1$ . Положение во времени каждого символа в кадре определяется числом отсчетов. Первый отсчет символа с номером 0 имеет номер отсчета  $M(0) = N_{pr} - \beta$ , где  $N_{pr}$  – количество отсчетов в преамбуле. Номер первого отсчета  $l$ -го символа ( $l = 1, 2, \dots, M_F - 1$ ) в кадре

$$M(l) = N_{pr} - \beta + \sum_{k=0}^{l-1} N_S(k),$$

где  $N_S(k) = N + N_{CP}(k) - \beta$  и  $N_S(k)$  для символов заголовка и полезной нагрузки могут быть разными, как указано в пункте 7.1.4.7.

#### 7.1.4.5.5 Кадрование, перекрытие и суммирование

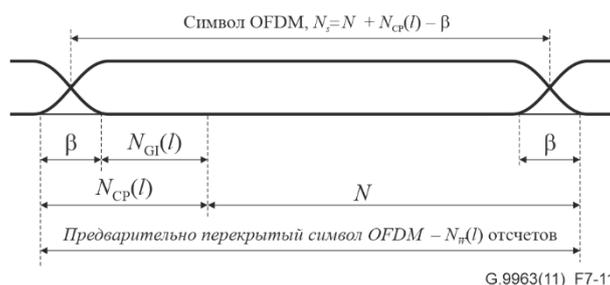


Рисунок 7-11 – Структура символа OFDM с циклическим расширением и кадрованием с предварительным перекрытием

Для формирования огибающей передаваемого сигнала (кадрования) используются первые  $\beta$  отсчетов циклического префикса и последние  $\beta$  отсчетов выходного сигнала с циклическим сдвигом. Функция кадрования облегчает формирование PSD – она допускает резкие спады PSD, используемые для создания глубоких спектральных провалов и уменьшения внеполосной PSD. Для всех символов полезной нагрузки одного и того же кадра, а также для заголовка и преамбулы кадра РНУ количество кадрированных отсчетов  $\beta$  должно быть одинаковым.

Чтобы уменьшить накладные расходы при модуляции, кадрированные отсчеты соседних символов должны перекрываться, как показано на рисунке 7-11. Значение  $N_{CP}(l) - \beta = N_{GI}(l)$  образует защитный интервал. Таким образом, продолжительность  $l$ -го символа OFDM после перекрытия равна  $N_S(l) = N + N_{CP}(l) - \beta$ .

После применения функций кадрования, перекрытия и суммирования отсчеты во временной области в опорной точке  $u_n^{(q)}$  на рисунке 7-10 должны соответствовать следующим уравнениям:

$$u_n^{(q)} = u_n^{(pr,q)} + \sum_{l=0}^{M_F-1} w(n - M(l), l) \times u_{n-M(l),l}^{(q)} \quad \text{при } n = 0 \dots M(M_F - 1) + N_w(M_F - 1) - 1,$$

где  $u_n^{(pr,q)}$  –  $n$ -й отсчет преамбулы  $q$ -го порта Тх, как указано в пункте 7.1.4.6 (сигнал  $u_n^{(pr,q)}$  уже включает кадрование по мере необходимости),  $w(n, l)$  – функция кадрования, определяемая для  $N_w(l)$  отсчетов предперекрытого символа OFDM следующим образом:

$$w(n, l) = \begin{cases} w_\beta(n), & 0 \leq n < \beta; \\ 1, & \beta \leq n < N_w(l) - \beta; \\ w_\beta(N_w(l) - 1 - n), & N_w(l) - \beta \leq n < N_w(l); \\ 0, & \text{в остальных случаях,} \end{cases}$$

где  $w_\beta(n)$  – функция, описывающая участок спада в области просмотра. Функция спада  $w_\beta(n)$  определяется поставщиком.

Однако она должна отвечать следующим условиям:

- $w_{\beta}(n) + w_{\beta}(\beta-n-1) = 1$  при  $0 \leq n < \beta$ ;
- $0 \leq w_{\beta}(n) \leq 1$ .

Скорость передачи символов  $f_{OFDM}$  (количество символов в секунду) и период следования символов  $T_{OFDM}$  для данного значения  $N_{CP}$  и  $\beta$  вычисляются следующим образом:

$$f_{OFDM} = \frac{N \times F_{SC}}{N + N_{CP} - \beta}$$

и  $T_{OFDM} = 1/f_{OFDM}$ .

#### 7.1.4.5.6 Частотное смещение вверх

Смещение частоты вверх приводит к смещению спектра передаваемого сигнала на величину  $F_{US}$ . Значение  $F_{US}$  должно быть кратно частоте поднесущей  $F_{SC}$ :

$$F_{US} = N/2 * F_{SC}.$$

Действительная и мнимая части величины сигнала после частотного смещения вверх (опорная точка  $s_n^{(q)}$  на рисунке 7-10) должны иметь следующие значения:

$$s_n^{(q)} = u_{n/p}^{(q)} \times \exp\left(j \frac{\pi n}{p}\right) = \text{Re}(s_n^{(q)}) + j \text{Im}(s_n^{(q)}) \quad \text{при } n = 0 \dots [M(M_F - 1) + N_w(M_F - 1)] \times p - 1;$$

$$\text{Re}(s_n^{(q)}) = \text{Re}(u_{n/p}^{(q)}) \cos\left(\frac{\pi n}{p}\right) - \text{Im}(u_{n/p}^{(q)}) \sin\left(\frac{\pi n}{p}\right);$$

$$\text{Im}(s_n^{(q)}) = \text{Re}(u_{n/p}^{(q)}) \sin\left(\frac{\pi n}{p}\right) + \text{Im}(u_{n/p}^{(q)}) \cos\left(\frac{\pi n}{p}\right),$$

где  $u_{n/p}^{(q)}$  – это  $u_n^{(q)}$  после интерполяции с коэффициентом  $p$ . Коэффициент интерполяции  $p$  определяется поставщиком и должен быть не меньше 2.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Минимальное значение  $p$ , достаточное для предотвращения искажений, зависит от соотношения между приращением частоты  $F_{US}$  и шириной полосы передаваемого сигнала  $BW = N * F_{SC}$ . Предполагается, что для уменьшения отражения добавляется фильтр нижних частот.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – В первом отсчете преамбулы фаза сдвига частоты вверх инициализируется нулевым значением и увеличивается на  $\frac{\pi}{p}$  для каждого отсчета (после интерполяции).

#### 7.1.4.5.7 Выходной сигнал

Выходной сигнал модулятора составляет действительную часть  $s_n^{(q)}$ :

$$S_{\text{OUT-HF}}^{(q)} = \text{Re}(s_n^{(q)}).$$

#### 7.1.4.6 Сигналы преамбулы, INUSE, PR, NACK и IDPS

##### 7.1.4.6.1 Общая структура преамбулы

См. пункт 7.1.4.5.1 [ITU-T G.9960].

##### 7.1.4.6.2 Общая структура сигналов INUSE, PR, NACK и IDPS

См. пункт 7.1.4.5.2 [ITU-T G.9960].

##### 7.1.4.6.3 Генерирование сигналов преамбулы, INUSE, PR, NACK и IDPS

См. пункт 7.1.4.5.3 [ITU-T G.9960] и его подпункты. Когда узел [ITU-T G.9963] использует передачу MIMO, каждый из сигналов преамбулы, INUSE, PR, NACK и IDPS создается как один пространственный поток. В этом случае отображение порта Tx на всех поднесущих сигнала выполняется с использованием матрицы отображения "дублирование" (то есть TPM #1), определенной в пункте 7.1.4.4.1.2.

#### **7.1.4.7 Параметры управления PMD**

См. пункт 7.1.4.6 [ITU-T G.9960].

#### **7.1.4.8 Усиление символа**

См. пункт 7.1.4.7 [ITU-T G.9960].

#### **7.1.5 Маска PSD передачи**

См. пункт 7.1.5 [ITU-T G.9960].

#### **7.1.6 Электрические спецификации**

См. пункт 7.1.6 [ITU-T G.9960].

### **7.2 Спецификация, зависящая от среды передачи**

#### **7.2.1 Спецификация физического уровня**

Для телефонных кабелей см. пункт 7.2.1 [ITU-T G.9960] и пункт 6.1 [ITU-T G.9964].

Для линий электропередачи см. пункт 7.2.2 [ITU-T G.9960] и пункт 6.2 [ITU-T G.9964].

#### **7.2.2 Требования по EVM передатчика**

См. пункт 7.2.4 [ITU-T G.9960].

#### **7.2.3 Импеданс оконечной нагрузки**

См. пункт 6.4 [ITU-T G.9964].

#### **7.2.4 Общая мощность передачи**

См. пункт 6.5 [ITU-T G.9964].

#### **7.2.5 Входной импеданс приемника**

См. пункт 6.6 [ITU-T G.9964].

#### **7.2.6 Потери при продольном преобразовании**

См. пункт 7.2.8 [ITU-T G.9960].

## **8 Спецификация уровня линии передачи данных приемопередатчика MIMO**

### **8.1 Функциональная модель и форматы кадров**

См. пункт 8.1 [ITU-T G.9961].

### **8.2 Доступ к среде передачи, контролируемый MAP**

См. пункт 8.2 [ITU-T G.9961].

### **8.3 Интервалы, доступные для передачи (TXOP), и временные интервалы (TS)**

См. пункт 8.3 [ITU-T G.9961].

### **8.4 Параметры управления APC, LLC и MAC**

См. пункт 8.4 [ITU-T G.9961], но со следующими исключениями для основной полосы частот при работе по линиям электропередачи и телефонным линиям:

- при передачах с использованием двух пространственных потоков (то есть MIMO\_IND=1) значение MIN\_SYM\_VAR\_AIFG DEFAULT равно 3;
- при передачах с использованием одного пространственного потока (то есть MIMO\_IND=1) значение MIN\_SYM\_VAR\_AIFG DEFAULT равно 2.

## 8.5 Функции конечного узла

См. пункт 8.5 [ITU-T G.9961].

## 8.6 Функциональные возможности главного узла домена

См. пункт 8.6 [ITU-T G.9961].

### 8.6.1 Доступ в сеть

См. пункт 8.6.1 [ITU-T G.9961].

#### 8.6.1.1 Протокол доступа в сеть

См. пункт 8.6.1.1.4.1 [ITU-T G.9961], заменив ссылки на таблицы 8-16.8 следующей таблицей 8-0.

**Таблица 8-0 – Поддержка последовательного сжатия**

Поле	Октет	Биты	Описание
Сжатие ВАТ	0	[0]	См. таблицу 8-16.8 в [ITU-T G.9961]
Сжатие ВМАТ	0	[1]	Если установлено значение 1, это указывает на способность узла сжимать и распаковывать поля ВМАТ (параметры ВАТ и предварительного кодирования) сообщений MCE_ParamUpdate.req с использованием механизма последовательного сжатия, описанного в пункте 8.23 [ITU-T G.9963], в ином случае установлен 0. Если установлено значение этого бита 1, то в поле сжатия ВАТ также устанавливается единица
Зарезервировано	0	[7:2]	См. таблицу 8-16.8 в [ITU-T G.9961]

#### 8.6.1.2 Вход через прокси

См. пункт 8.6.1.2 [ITU-T G.9961].

#### 8.6.1.3 Обращение с информацией о домене после получения допуска к узлу

В дополнение к действиям, указанным в пункте 8.6.1.3 [ITU-T G.9961], когда новый узел допускается в домен, DM должен обновить соответствующую информацию домена MIMO, чтобы учесть проблемы обратной совместимости.

Если какая-либо информация, включенная во вспомогательное информационное подполе дополнительной информации о домене MAP, нуждается в обновлении на основе информации об узле, полученной от регистрирующего узла (см. таблицу 8-16.1 [ITU-T G.9961]), DM должен отправить MAP-A с обновленным подполем вспомогательной информации с дополнительной информацией о домене MIMO. Ведущий узел домена использует обновление на основе признака достоверности (AUX\_VALID=3 и ModificationFlag=1).

Всякий раз, когда регистрирующий узел указывает в своей информации об узле во время регистрации, что он не поддерживает определенное DM первоначальное начальное число (см. пункт 7.1.4.2.6 [ITU-T G.9960]), DM обновляет поля UnloadedSubcarrierInitialSeedStream1 и UnloadedSubcarrierInitialSeedStream2 вспомогательного информационного подполя дополнительной информации о домене MIMO, устанавливая значение по умолчанию.

#### 8.6.2 Управление полосой частот

См. пункт 8.6.2 [ITU-T G.9961].

#### 8.6.3 Синхронизация с внешним источником

См. пункт 8.6.3 [ITU-T G.9961].

#### 8.6.4 Управление маршрутизацией и топологией

См. пункт 8.6.4 [ITU-T G.9961].

### 8.6.5 Ведущий узел резервного домена

См. пункт 8.6.5 [ITU-T G.9961].

### 8.6.6 Выбор ведущего узла домена

См. пункт 8.6.6 [ITU-T G.9961].

### 8.7 Схема адресации

См. пункт 8.7 [ITU-T G.9961].

### 8.8 Кадр плана доступа к среде передачи (MAP)

См. пункт 8.8 [ITU-T G.9961].

#### 8.8.1 Создание и распространение MAP

См. пункт 8.8.1 [ITU-T G.9961].

#### 8.8.2 Передача кадра MAP

См. пункт 8.8.2 [ITU-T G.9961].

#### 8.8.3 Заголовок MAP

См. пункт 8.8.3 [ITU-T G.9961].

#### 8.8.4 Дескриптор TXOP

См. пункт 8.8.4 [ITU-T G.9961] и все его подпункты.

#### 8.8.5 Поле вспомогательной информации

См. пункт 8.8.5 [ITU-T G.9961].

Кроме того, дополнительные типы подполей вспомогательной информации, действительные для узлов MIMO, представлены в таблице 8-1.

Таблица 8-1 – Типы подполей вспомогательной информации

Тип	Значение	Описание
Дополнительная информация о домене MIMO	11 <sub>16</sub>	Подполе, в котором указывается дополнительная информация о домене MIMO. См. раздел 8.8.7

#### 8.8.6 Публикация сведений о сроке действия MAP

См. пункт 8.8.6 [ITU-T G.9961].

#### 8.8.7 Подполе дополнительной информации о домене MIMO

Формат подполя информация о домене должен быть таким, как в таблице 8-2. Длина данных подполя составляет 8 октетов.

Таблица 8-2 – Формат подполя дополнительной информации о домене MIMO

Поле	Октет	Биты	Описание
Type	0	[6:0]	Имеет значение 11 <sub>16</sub>
ModificationFlag		[7]	Этот флаг должен быть установлен в единицу
Length	1	[7:0]	Определяет длину подполя информации о домене MIMO (за исключением полей Type, ModificationFlag и Length) в октетах (см. таблицу 8-72 [ITU-T G.9961])

**Таблица 8-2 – Формат подполя дополнительной информации о домене MIMO**

Поле	Октет	Биты	Описание
UnloadedSubcarrierInitialSeedStream1	2–5	[22:0]	Значение сгенерированного DM начального числа, которое используется во время модуляции ненагруженных поддерживаемых поднесущих пространственного потока 1 (см. пункт 7.1.4.2.5)
Зарезервировано		[31:23]	Зарезервировано МСЭ-Т (Прим.)
UnloadedSubcarrierInitialSeedStream2	6–9	[22:0]	Значение сгенерированного DM начального числа, которое используется во время модуляции ненагруженных поддерживаемых поднесущих пространственного потока 2 (см. пункт 7.1.4.2.5)
Зарезервировано		[31:23]	Зарезервировано МСЭ-Т (Прим.)
ПРИМЕЧАНИЕ. – В битах, зарезервированных МСЭ-Т, передатчик должен устанавливать нули, а приемник – игнорировать их.			

## 8.9 Протокол повторной передачи и подтверждения

См. пункт 8.9 [ITU-T G.9961].

## 8.10 Формат сообщений управления и контроля

### 8.10.1 Формат сообщений управления

См. пункт 8.10.1 [ITU-T G.9961].

#### 8.10.1.1 Значения OPCODE сообщений управления

Значения OPCODE сообщений управления форматируются как 12-битовые целые числа без знака. Допустимые значения OPCODE представлены в таблице 8-3, а также в таблице 8-88 [ITU-T G.9961]. Значения OPCODE классифицируются (обычно по связанному с ними протоколу или процедуре) в соответствии со значением восьми их старших битов.

**Таблица 8-3 – Значения OPCODE сообщений управления**

Категория	Имя сообщения	Значение OPCODE (шестнадцатеричное)	Описание	Ссылка MMPL
Оценка канала MIMO (80X–89X)	MCE_ProbeSlotAssign.req	800	Запрос на выделение полосы для оценки канала MIMO	Пункт 8.11.7.1
	MCE_ProbeSlotRelease.req	801	Запрос на освобождение полосы пропускания для оценки канала MIMO	Пункт 8.11.7.2
	MCE_ParamUpdate.req	802	Запрос на обновление параметров оценки канала MIMO	Пункт 8.11.7.3
	MCE_ParamUpdateRequest.ind	803	Запрос на обновление параметра оценки канала MIMO	Пункт 8.11.7.4
	MCE_PartialBmatUpdate.req	804	Запрос на частичное обновление BMAT	Пункт 8.11.7.5

**Таблица 8-3 – Значения OPCODE сообщений управления**

<b>Категория</b>	<b>Имя сообщения</b>	<b>Значение OPCODE (шестнадцатеричное)</b>	<b>Описание</b>	<b>Ссылка MMPL</b>
	MCE_ACESymbols.ind	805	Запрос на добавление символа ACE	Пункт 8.11.7.6
	MCE_ProbeSlotAssign.cnf	806	Подтверждение присвоения полосы пропускания для оценки канала MIMO	Пункт 8.11.7.7
	MCE_ProbeSlotRelease.cnf	807	Подтверждение присвоения полосы пропускания для оценки канала MIMO	Пункт 8.11.7.8
	MCE_ParamUpdate.cnf	808	Подтверждение обновления параметров оценки канала MIMO	Пункт 8.11.7.9
	MCE_PartialBmatUpdate.cnf	809	Подтверждение частичного обновления VMAT	Пункт 8.11.7.10
	MCE_Request.ind	80A	Запуск оценки канала MIMO	Пункт 8.11.7.11
	MCE_Initiation.req	80B	Запрос на инициирование оценки канала MIMO	Пункт 8.11.7.12
	MCE_Initiation.cnf	80C	Подтверждение инициирования оценки канала MIMO	Пункт 8.11.7.13
	MCE_ProbeRequest.ind	80D	Запрос на передачу кадров PROBE	Пункт 8.11.7.14
	MCE_Cancellation.req	80E	Запрос на отмену оценки канала MIMO	Пункт 8.11.7.15
	MCE_BmatIdMaintain.ind	80F	Обслуживание идентификатора VMAT	Пункт 8.11.7.16
	MCE_Cancellation.cnf	810	Подтверждение отмены оценки канала MIMO	Пункт 8.11.7.17
Зарезервировано	Зарезервировано	820-9FF	Зарезервировано МСЭ-Т	

### **8.10.1.2 Управление порядковыми номерами и сегментацией сообщений**

См. пункт 8.10.1.2 [ITU-T G.9961].

### **8.10.2 Формат управляющего сообщения**

См. пункт 8.10.2 [ITU-T G.9961].

## 8.11 Протокол оценки канала

Для линий с узлами [ITU-T G.9960/G.9961] и линий с узлами [ITU-T G.9963] с использованием одного SS узлы из Рекомендации МСЭ-Т G.9963 должны использовать протокол оценки канала, указанный в пункте 8.11 [ITU-T G.9961].

Для линий с узлами [ITU-T G.9963] с использованием двух SS узлы МСЭ-Т G.9963 должны использовать протокол оценки канала, указанный в пункте 8.11.1.

### 8.11.1 Оценка канала с приемопередатчиками [ITU-T G.9963] с использованием двух пространственных потоков

Протокол оценки канала описывает процедуру измерения характеристик канала между узлами передатчика (источника) и приемника (целевого узла). Процедура включает инициирование оценки канала, передачу кадров PROBE и выбор параметров.

Оценку канала можно выполнить в два этапа:

- обнаружение канала – начальная оценка канала;
- адаптация канала – последующая оценка канала для адаптации к изменяющемуся каналу.

Протоколы, используемые для обнаружения и адаптации канала, могут запускаться либо передатчиком, либо приемником. Основная часть протокола оценки канала в этих двух случаях идентична и всегда иницируется приемником (оценка канала, иницируемая приемником). Передатчик может запросить инициирование оценки канала у приемника (оценка канала по запросу передатчика).

В процессе инициализации передатчик и приемник совместно определяют входные параметры для оценки канала, такие как окно оценки канала (доля цикла MAC, в течение которого должна выполняться оценка канала), значение G (см. пункт 7.1.4.2.3 [ITU-T G.9960]), значение PG (см. пункт 7.1.4.4.2.3) и параметры кадров PROBE. Для обновления приемник выбирает VMAT\_ID, относящийся к триплету из двух BAT (каждый из которых связан с другим пространственным потоком) и MAT, называемому VMAT. Этот VMAT\_ID используется в качестве идентификатора конкретного процесса оценки канала на протяжении всей оставшейся части процесса. При расчете VMAT приемник учитывает свою собственную информацию о частотном плане частоте (а именно StartSubCarrier и StopSubCarrier) и информацию о частоте передатчика. В частности, диапазон поднесущих VMAT, указанный в сообщении MCE\_ParamUpdate.req, должен находиться в пределах пересечения диапазонов поднесущих, определенных параметрами StartSubCarrier и StopSubCarrier как приемника, так и передатчика.

Как только процесс оценки канала иницирован, приемник может запросить у передатчика передачу одного или нескольких кадров PROBE. Приемник может изменять параметры кадров PROBE при каждом запросе. Если приемник запрашивает кадр PROBE без указания его параметров (например, запрос на передачу кадров PROBE через ACK\_CE\_CTRL, как описано в пункте 8.11.1.4), передатчик передает кадр PROBE, используя параметры, выбранные приемником ранее. Если приемник выбирает другие средства, такие как кадры MSG или кадры PROBE, передаваемые для оценки канала другим узлам, он может не запрашивать кадры PROBE.

Приемник завершает процесс оценки канала, отправив результат оценки канала передатчику. Этот результат содержит, в частности, следующие элементы:

- таблицы распределения битов (BAT) каждого из двух возможных пространственных потоков;
- индикатор режима MIMO, указывающий на используемый режим MIMO (см. таблицу 8-6);
- индикатор дискретизации параметров обратной связи предварительного кодирования;
- параметры предварительного кодирования;
- скорость кодирования и размер блока FEC;
- защитный интервал полезной нагрузки;
- потолок PSD.

Приемник может отменить процесс оценки канала без создания новых параметров оценки канала.

Протокол предоставляет несколько способов ускорения процесса оценки канала для более быстрой адаптации канала. Например, при адаптации канала, когда согласование нового входного параметра не требуется, процесс инициирования оценки канала (пункт 8.11.1.1.1) может быть опущен. Приемник может создать новую ВМАТ, отправив сообщение MCE\_ParamUpdate.req без запроса (пункт 8.11.1.3.1), или обновить существующую ВМАТ, отправив сообщение MCE\_PartialVmatUpdate.req (пункт 8.11.1.3.2). Приемник может запросить передачу кадров PROBE без прохождения процесса инициирования оценки канала (пункт 8.11.1.4).

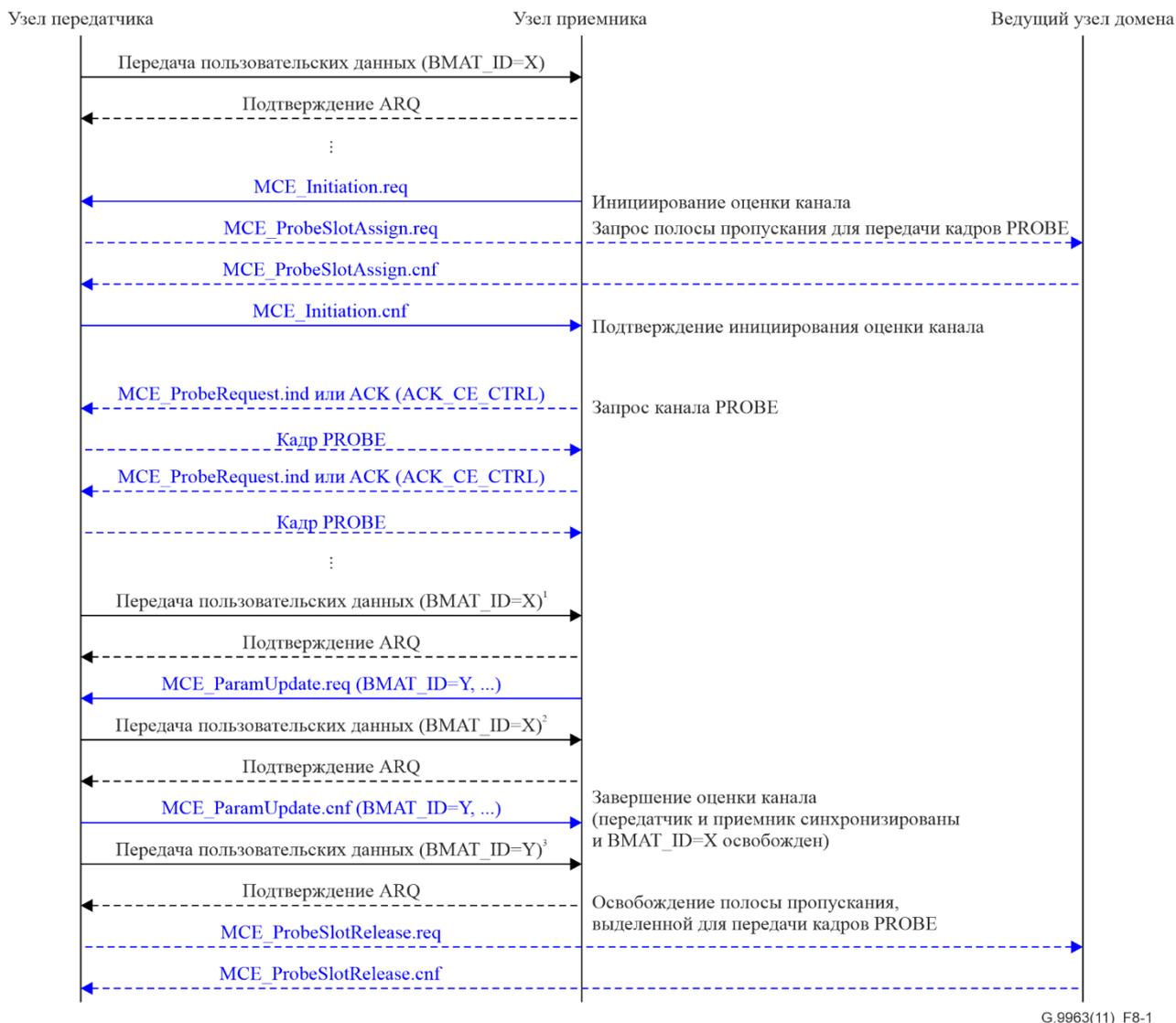
#### 8.11.1.1 Оценка канала, инициированная приемником

Процесс оценки канала, инициированный приемником, описывается следующей процедурой.

- 1) Приемник иницирует процесс оценки канала, посылая передатчику сообщение MCE\_Initiation.req. В этом сообщении приемник может запросить передачу кадров PROBE (инициирование оценки канала, см. пункт 8.11.1.1.1).
- 2) Получив запрос на инициирование оценки канала, передатчик, если у него нет возможности обеспечить передачу в текущем окне оценки канала, запрашивает у ведущего узла домена полосу пропускания для передачи кадров PROBE, отправив сообщение MCE\_ProbeSlotAssign.req. Ведущий узел домена подтверждает получение запроса полосы пропускания ответным сообщением MCE\_ProbeSlotAssign.cnf (запрос полосы пропускания, см. пункт 8.11.1.1.2).
- 3) В зависимости от доступности полосы пропускания передатчик может удовлетворить или отклонить запрос на инициирование оценки канала, отправив приемнику сообщение MCE\_Initiation.cnf (подтверждение инициирования процесса оценки канала, см. пункт 8.11.1.1.3).
- 4) Получив сообщение MCE\_Initiation.cnf, подтверждающее инициирование оценки канала, приемник может запросить у передатчика дополнительные кадры PROBE, отправив сообщение MCE\_ProbeRequest.ind или через поле ACK\_CE\_CTRL в PFH кадра ACK (запрос на передачу кадров PROBE, см. пункт 8.11.1.1.4).
- 5) Получив запрос на передачу кадров PROBE, передатчик передает кадр PROBE, запрошенный приемником (передача кадров PROBE, см. пункт 8.11.1.1.5).
- 6) Шаги 4 и 5 могут повторяться до тех пор, пока приемник не отправит передатчику окончательный результат оценки канала, используя сообщение MCE\_ParamUpdate.req. Передатчик подтверждает прием новых параметров, отправив сообщение MCE\_ParamUpdate.cnf (завершение оценки канала, см. пункт 8.11.1.1.6). Если приемнику не требуются дополнительные кадры PROBE, шаги 4 и 5 могут отсутствовать.
- 7) Приемник в любой момент времени после получения подтверждения инициирования оценки канала может отменить процесс оценки канала, отправив сообщение MCE\_Cancellation.req (отмена оценки канала, см. пункт 8.11.1.1.7).
- 8) Если передатчику была выделена дополнительная полоса пропускания для передачи кадров PROBE, то, получив сообщение MCE\_ParamUpdate.req, он отправляет ведущему узлу домена сообщение MCE\_ProbeSlotRelease.req, чтобы освободить полосу пропускания, используемую для передачи кадров PROBE. Ведущий узел домена подтверждает запрос на освобождение полосы пропускания, ответив сообщением MCE\_ProbeSlotRelease.cnf (освобождение полосы пропускания, см. пункт 8.11.1.1.8).

В любое время в течение этого процесса передатчик может отправлять кадры полезной нагрузки с текущими настройками (например, с любой действительной динамической ВМАТ или предопределенной ВМАТ).

На рисунке 8-1 показан процесс оценки канала, инициированный приемником.



Пунктирные линии указывают на необязательные связи.

<sup>1</sup> Передатчик может передавать данные с использованием существующей ВМАТ в любое время в процессе оценки канала.

<sup>2</sup> При первой после сообщения MCE\_ParamUpdate.req передаче пользовательских данных обновленные параметры оценки канала могут не использоваться.

<sup>3</sup> Передатчик решает, когда применять обновленные параметры оценки канала, в рамках данного ограничения.

**Рисунок 8-1 – Оценка канала, инициированная приемником**

### 8.11.1.1.1 Инициирование оценки канала

Приемник инициирует процесс оценки канала, посылая передатчику сообщение MCE\_Initiation.req.

Приемник выбирает CE\_BAT\_GRP (G), в котором указано значение GRP\_ID (G), связанное с обновляемыми ВАТ (если используются два пространственных потока, к обоим применяется одно и то же группирование). Приемник также выбирает CE\_PR\_GRP, в котором указано значение группирования поднесущих в процессе предварительного кодирования (PG), относящееся к обновляемым параметрам предварительного кодирования. Приемник выбирает CE\_STIME и CE\_ETIME, которые определяют время начала и окончания окна оценки канала. В течение оставшейся части процесса оценки канала передатчик передает кадры PROBE внутри этого окна. Приемник выбирает CE\_BMAT\_ID из тех, которые в настоящее время недействительны. Это значение используется для разграничения нескольких процессов оценки канала, выполняемых одновременно. Приемник может запросить передачу кадров PROBE, установив поле CE\_PRB\_RQST. Поле MCE\_PRB\_PARM определяет параметры кадров PROBE по умолчанию. Если в поле CE\_PRB\_RQST не установлена единица, то параметры кадров PROBE по умолчанию должны быть следующими: CE\_PR\_PRBTYPE – 1000<sub>2</sub>; CE\_PR\_PRBFN – 0000<sub>2</sub>; CE\_PR\_PRBSYM – 0011<sub>2</sub>; CE\_PR\_PRBGI – 111<sub>2</sub>, CE\_PR\_APSD\_MAX – 31, CE\_PR\_APSD\_MAX\_EXT – 0 и PRB\_BMAT\_ID – 11.

Если приемник не получил сообщение MCE\_Initiation.cnf в течение 200 мс, он может отправить сообщение MCE\_Initiation.req повторно.

#### **8.11.1.1.2 Запрос полосы пропускания для оценки канала**

Если у передатчика нет возможности обеспечить передачу в пределах заданного окна оценки канала, он запрашивает у ведущего узла домена выделение полосы пропускания для передачи кадров PROBE, отправив сообщение MCE\_ProbeSlotAssign.req.

Передатчик предоставляет ведущему узлу домена идентификатор оценки канала (то есть CE\_BMAT\_ID, Transmitter\_ID и Receiver\_ID), окно оценки канала (CE\_STIME и CE\_ETIME) и параметры кадров PROBE (CE\_PRB\_PARM), указанные в сообщении MCE\_Initiation.req.

Передатчик указывает приоритет запроса полосы пропускания в сообщении MCE\_ProbeSlotAssign.req, установив в поле CE\_PRIORITY наивысший приоритет трафика пользовательских данных, который передатчик должен направить указанному приемнику.

Ведущий узел домена подтверждает запрос полосы пропускания, ответив передатчику сообщением MCE\_ProbeSlotAssign.cnf, указывающим, был ли запрос удовлетворен в течение 100 мс после получения сообщения MCE\_ProbeSlotAssign.req.

Ведущий узел домена распределяет полосу пропускания таким образом, чтобы в течение окна оценки канала мог быть передан хотя бы один кадр PROBE с запрошенными параметрами. Дополнительные TS или ТХОР используются только для передачи кадров PROBE (см. пункт 8.8.4.1.1 [ITU-T G.9961]). Если ведущий узел домена предоставил дополнительную полосу пропускания для передачи кадров PROBE, он сохраняет ее до тех пор, пока не получит от передатчика запрос на освобождение полосы пропускания (см. пункт 8.11.1.1.8).

Если передатчик не получает сообщение MCE\_ProbeSlotAssign.cnf, он может повторно отправить сообщение MCE\_ProbeSlotAssign.req несколько раз, прежде чем передать подтверждение инициирования оценки канала.

#### **8.11.1.1.3 Подтверждение инициирования оценки канала**

Передатчик подтверждает запрос на инициирование процесса оценки канала, посылая приемнику сообщение MCE\_Initiation.cnf.

Передатчик указывает, удовлетворяет ли он или отклоняет запрос на инициирование оценки канала. Передатчик устанавливает значение CE\_BMAT\_ID, выбранное приемником в сообщении MCE\_Initiation.req. Передатчик окончательно определяет параметр CE\_BAT\_GRP, который должен быть равен значению, указанному приемником в запросе на инициирование оценки канала, и CE\_PG\_GRP, который должен быть не меньше значения, указанного приемником в запросе на инициирование оценки канала.

В течение 100 мс после получения сообщения MCE\_Initiation.req передатчик отправляет сообщение MCE\_Initiation.cnf. Если передатчику необходимо запросить полосу пропускания для передачи кадров PROBE, он отправляет сообщение MCE\_Initiation.cnf в течение 200 мс.

#### **8.11.1.1.4 Запрос передачи кадров PROBE**

Как только запрос на инициирование оценки канала подтвержден, приемник может запросить у передатчика дополнительные кадры PROBE, отправив сообщение MCE\_ProbeRequest.ind.

Приемник может запросить определенные параметры кадров PROBE через поле CE\_PRB\_PARM сообщения MCE\_ProbeRequest.ind.

Как вариант, приемник может запросить кадры PROBE, используя поле ACK\_CE\_CTRL в заголовке кадра PHY ACK, адресованного узлу передатчика (см. пункт 8.11.1.4).

Если для оценки канала приемник использует другие кадры, несущие полезную нагрузку (например MSG, BMSG, BACK), он может не запрашивать кадры PROBE.

#### **8.11.1.1.5 Передача кадров PROBE**

Получив запрос на передачу кадров PROBE, передатчик немедленно передает кадры PROBE, как описано в пункте 8.11.1.4.

#### **8.11.1.1.6 Завершение оценки канала**

После подтверждения запроса на инициирование оценки канала приемник может в любое время направить передатчику результат оценки канала, используя сообщение MCE\_ParamUpdate.req. Передатчик подтверждает получение новых параметров, ответив сообщением MCE\_ParamUpdate.cnf в течение 100 мс.

Получив сообщение MCE\_ParamUpdate.req, передатчик немедленно вводит новые параметры оценки канала (новые ВМАТ и т. д.).

Если передатчик не получил сообщение, относящееся к оценке канала (то есть MCE\_ProbeRequest.ind или MCE\_ParamUpdate.req) или запрос на передачу кадров PROBE через кадр АСК в течение 200 мс после подтверждения запроса на инициирование оценки канала, он может направить приемнику сообщение MCE\_ParamUpdateRequest.ind, запросив повторную отправку результата указанной оценки канала.

Если в течение 400 мс после подтверждения запроса на инициирование оценки канала передатчик не получил ни MCE\_ParamUpdate.req, ни MCE\_Cancellation.req, он прерывает процесс оценки канала.

#### **8.11.1.1.7 Отмена оценки канала**

После подтверждения запроса на инициирование оценки канала приемник может в любое время отменить процесс оценки канала, используя сообщение MCE\_Cancellation.req. Передатчик подтверждает получение запроса на отмену в течение 100 мс, направив сообщение MCE\_Cancellation.cnf. Если приемник не получил сообщение MCE\_Cancellation.cnf в течение 200 мс, он может повторно отправить сообщение MCE\_Cancellation.req.

Если в течение 400 мс после подтверждения запроса на инициирование оценки канала приемник не получил ни MCE\_ParamUpdate.req, ни MCE\_Cancellation.req, он прерывает процесс оценки канала и считает идентификатор CE\_VMAT недействительным (см. пункт 8.11.1.5).

В этом случае оценка канала завершается без создания новой ВМАТ (то есть новых ВАТ и МАТ).

#### **8.11.1.1.8 Освобождение полосы пропускания для оценки канала**

Получив сообщение MCE\_ParamUpdate.req или MCE\_Cancellation.req, передатчик запрашивает у ведущего узла домена освобождение любой полосы пропускания, выделенной для передачи кадров PROBE, отправив сообщение MCE\_ProbeSlotRelease.req.

Передатчик предоставляет ведущему узлу домена идентификатор оценки канала (то есть CE\_VMAT\_ID, Transmitter\_ID и Receiver\_ID) и окно оценки канала (CE\_STIME и CE\_ETIME), относящиеся к процессу оценки канала.

Ведущий узел домена подтверждает получение сообщения MCE\_ProbeSlotRelease.req в течение 100 мс, направив сообщение MCE\_ProbeSlotRelease.cnf. Если ведущий узел домена не получил сообщение CE\_ProbeSlotRelease.req от передатчика в течение 800 мс после назначения полосы пропускания, он освобождает полосу пропускания, выделенную передатчику для кадров PROBE. Ведущий узел домена освобождает только полосу пропускания, дополнительно выделенную передатчику для передачи кадров PROBE с соответствующим идентификатором оценки канала.

#### **8.11.1.2 Оценка канала по запросу передатчика**

Процесс оценки канала по запросу передатчика описывается следующей процедурой.

- 1) Передатчик запрашивает оценку канала, направляя приемнику сообщение MCE\_Request.ind (запрос оценки канала, см. пункт 8.11.1.2.1).
- 2) Остальная часть процедуры аналогична описанной в пункте 8.11.1.1 (шаги 1–8).

В течение этого процесса передатчик может в любое время отправлять кадры полезной нагрузки с текущими настройками (например, с любой действительной динамической ВМАТ или предопределенной ВМАТ).

### 8.11.1.2.1 Запрос оценки канала

Передатчик инициирует процесс оценки канала, направляя приемнику сообщение MCE\_Request.ind.

Передатчик может указать окно оценки канала (CE\_STIME и CE\_ETIME). В этом случае приемник использует то же окно оценки канала, что и запрашиваемое передатчиком в сообщении MCE\_Initiation.req. В противном случае приемник может определить окно оценки канала по своему усмотрению.

Приемник отвечает на сообщение MCE\_Request.ind передатчика в течение 100 мс, направив сообщение MCE\_Initiation.req или сообщение MCE\_ParamUpdate.req.

Если в течение 200 мс после отправки сообщения MCE\_Request.ind передатчик не получил сообщение MCE\_Initiation.req или сообщение MCE\_ParamUpdate.req, он может отправить сообщение запроса оценки канала повторно.

### 8.11.1.3 Укороченные процессы оценки канала

#### 8.11.1.3.1 MCE\_ParamUpdate.req без запроса

Для того чтобы обменяться новой ВМАТ, передатчику и приемнику не обязательно обмениваться кадрами PROBE. Приемник может в любое время отправить передатчику новую ВМАТ, направив ему сообщение MCE\_ParamUpdate.req, при условии, что на момент отправки новой ВМАТ ВМАТ\_ID недействителен. Приемник может использовать кадры PROBE или другие кадры полезной нагрузки (например MSG, BMSG, BACK), передаваемые для оценки канала другим узлам.

Получив сообщение MCE\_ParamUpdate.req, передатчик в течение 100 мс отвечает сообщением MCE\_ParamUpdate.cnf, указывающим, принимает ли передатчик новую ВМАТ или отклоняет из-за нехватки ресурсов.

Если приемник не получил сообщение MCE\_ParamUpdate.cnf в течение 200 мс, он может повторить попытку с тем же или другим сообщением MCE\_ParamUpdate.req.

#### 8.11.1.3.2 Частичное обновление ВМАТ

Передатчик и приемник, которые взаимодействуют друг с другом, устанавливая общую динамическую ВМАТ, могут в любое время в процессе использования ВМАТ частично обновлять ее. Приемник может инициировать частичное обновление ВМАТ (PVMU), отправив информацию PVMU в сообщении управления.

Процесс частичного обновления ВМАТ осуществляется следующим образом.

- 1) В любой момент времени в процессе связи приемник может отправить запрос PVMU в отношении любой действительной ВМАТ, используемой передатчиком. Запрос PVMU содержит новый действительный ВМАТ\_ID (N\_VMAT\_ID), старый ВМАТ\_ID (O\_VMAT\_ID) обновляемой ВМАТ и изменения в распределении битов (см. пункт 8.11.1.3.2.1).
- 2) Получив запрос PVMU, передатчик обновляет ВМАТ, относящуюся к O\_VMAT\_ID, присваивает обновленной ВМАТ значение N\_VMAT\_ID и отвечает подтверждением PVMU. Получив первый кадр с полезной нагрузкой с использованием N\_VMAT\_ID, приемник считает O\_VMAT\_ID недействительным (см. пункт 8.11.1.5).
- 3) Получив подтверждение того, что передатчик учел предыдущий запрос PVMU, или заключив, что предыдущий запрос PVMU потерян, приемник может послать другой запрос PVMU.

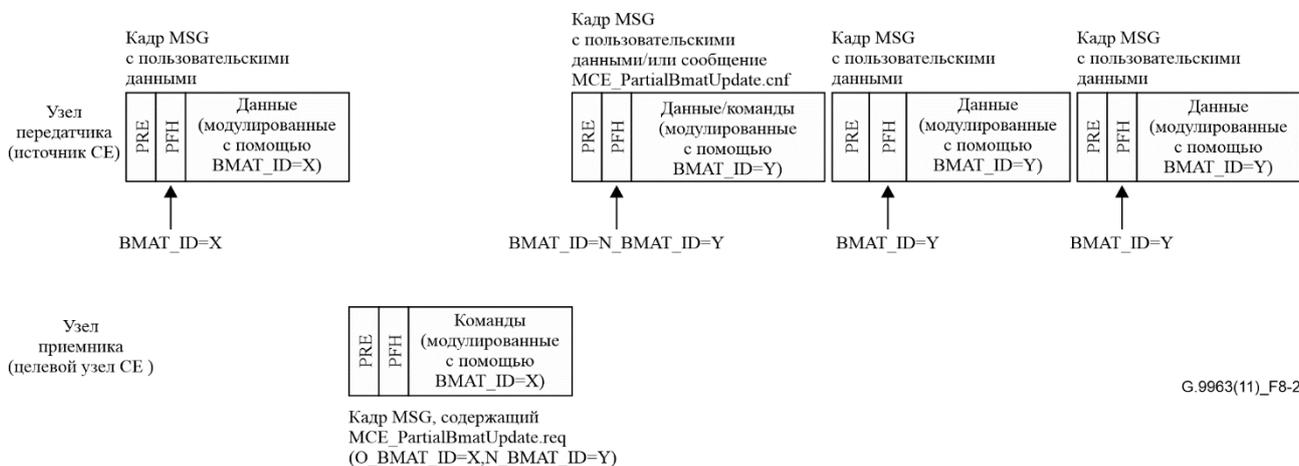
#### 8.11.1.3.2.1 Запрос PVMU

Приемник может отправить запрос PVMU, используя сообщение MCE\_PartialBmatUpdate.req, в котором он может запросить распределение битов, отображение портов Tx и изменение параметров предварительного кодирования не более чем для 1024 поднесущих. Пример частичного обновления ВМАТ с использованием этого подхода показан на рисунке 8-2. Отметим, что в этом примере подтверждение исключено.

Если приемник не получает сообщение MCE\_PartialBmatUpdate.cnf в течение 200 мс, он может повторить попытку с тем же или другим сообщением MCE\_PartialBmatUpdate.req.

### 8.11.1.3.2.2 Подтверждение PBMU

Получив сообщение MCE\_PartialBmatUpdate.req, передатчик немедленно вносит новые параметры оценки канала и в течение 100 мс отправляет сообщение MCE\_PartialBmatUpdate.cnf для подтверждения получения сообщения MCE\_PartialBmatUpdate.req. Если в течение 200 мс после передачи сообщения MCE\_PartialBmatUpdate.req подтверждение PBMU не получено, приемник решает, что запрос PBMU потерян. До отправки сообщения MCE\_PartialBmatUpdate.cnf передатчик может переключиться на N\_VMAT\_ID.



G.9963(11)\_F8-2

Рисунок 8-2 – Пример частичного обновления VMAT с использованием сообщения управления

### 8.11.1.4 Оценка канала с использованием кадров PROBE

Приемник может запросить передачу кадров PROBE передатчиком в любое время после регистрации, не проходя процесс инициирования оценки канала.

Чтобы запросить кадры PROBE, приемник может использовать сообщения MCE\_ProbeRequest.ind или поле ACK\_CE\_CTRL в PFH кадра ACK (см. пункт 7.1.2.3.2.3.1). Получив запрос на передачу кадров PROBE, передатчик немедленно передает кадры PROBE.

Если приемник запрашивает кадр PROBE посредством специального сообщения управления, передатчик передает кадр PROBE, используя параметры, выбранные приемником, то есть параметры, выбранные в последнем запросе на передачу кадров PROBE (MCE\_ProbeRequest.ind) или инициирования оценки канала (MCE\_Initiation.req).

Если приемник запрашивает кадр PROBE посредством кадра ACK, передатчик использует кадр PROBE по умолчанию. Передатчик использует кадр PROBE по умолчанию для всех запросов приемника на передачу кадров PROBE, основанных на кадрах ACK, независимо от VMAT\_ID. В этом случае передатчик может передавать кадры PROBE в любой точке цикла MAC, независимо от конкретного окна оценки канала, связанного с VMAT\_ID при оценке канала.

Параметры кадров PROBE по умолчанию определяются приемником посредством сообщения MCE\_Initiation.req, как описано в пункте 8.11.2.1.1. В качестве альтернативы их можно обновить, установив бит в сообщении MCE\_ProbeRequest.ind, как описано в таблице 8-19.

Получив запрос приемника на передачу кадров PROBE во время обработки предыдущих запросов на передачу кадров PROBE от того же приемника, передатчик игнорирует новый запрос, если запрошенные параметры совпадают со старыми, независимо от значения оцениваемой VMAT\_ID.

ПРИМЕЧАНИЕ. – При формировании кадров PROBE передатчик должен стремиться охватить как можно большую часть окна оценки канала.

Когда приемник запрашивает кадр PROBE посредством кадров ACK, он может делать несколько запросов, отправляя несколько кадров ACK с установкой ACK\_CE\_CTRL до тех пор, пока не получит кадр PROBE. Во избежание ненужных передач кадров PROBE передатчик игнорирует новые запросы на передачу кадров PROBE, поступающие от приемника.

После передачи кадров PROBE приемник при необходимости может направить передатчику результат оценки канала, используя MCE\_ParamUpdate.req без запроса (пункт 8.11.1.3.1) или частичное обновление VMAT (пункт 8.11.1.3.2).

Считается, что кадр PROBE имеет приоритет MPDU, равный 7.

#### **8.11.1.4.1 Оценка канала с использованием кадров PROBE, передаваемых узлом по запросу ведущего узла домена**

Поскольку ведущий узел домена (DM) отвечает за планирование и ему известны маршруты между любыми двумя узлами домена, DM может выделить специальный CFTXOP, назначенный одному из исходных узлов, и минимальный приоритет пользователя, обозначаемый кортежем (SID, PRI) (см. пункт 8.3.4 [ITU-T G.9961]) с установленным DM значением PRI, причем назначенный узел должен передавать кадры PROBE (если у него отсутствуют данные для передачи), которые соседние узлы затем могут использовать для оценки SNR и измерения пропускной способности. Эта информация может быть полезна для диагностики. Она позволяет измерять SNR и пропускную способность даже в тех линиях, которые не используются для доставки трафика, где нет необходимости генерировать ВАТ и обмениваться ими.

DM указывает на этот специальный CFTXOP, установив в поле "ограничения TXOP" дескриптора "дополнительные атрибуты TXOP" значение 2 (см. таблицу 8-65.1 [ITU-T G.9961]), а в поле "ограничение трафика" дескриптора "атрибуты TXOP" – значение 0 (см. таблицу 8-65 [ITU-T G.9961]).

DM может выделять полосу пропускания конкретным узлам (в форме специальных TXOP для контрольной передачи, см. пункт 8.8.4.1.1 [ITU-T G.9961]), чтобы в течение соответствующего окна оценки канала мог быть передан по крайней мере один кадр PROBE с параметрами по умолчанию. Эти специальные TXOP используются для передачи кадров PROBE, когда у узла, которому назначен специальный TXOP, отсутствуют данные для передачи. Узел, которому назначен этот специальный TXOP:

- передает обычный трафик данных, если имеет данные для передачи; или
- передает кадры PROBE, если данные для передачи отсутствуют.

Кадры PROBE передаются с максимальным уровнем мощности, используемым узлом для передачи данных. В поле DID в заголовке кадра PHY PROBE устанавливается значение FF<sub>16</sub>.

#### **8.11.1.5 Обслуживание VMAT\_ID**

Приемник отвечает за ведение списка действительных и недействительных идентификаторов VMAT\_ID. Приемник информирует передатчик о действительных идентификаторах VMAT\_ID в поле VALID\_VMAT\_ID, посылая сообщение MCE\_BmatIdMaintain.ind. Передатчик должен немедленно прекратить использование идентификаторов VMAT\_ID, помеченных приемником как недействительные. Если все идентификаторы VMAT\_ID помечены как недействительные, передатчик может использовать режим RCM. В этом случае передатчик использует параметры, указанные в сообщении MCE\_BmatIdMaintain.ind.

Если VMAT\_ID помечен приемником как действительный, но у передатчика нет связанной с ним VMAT (ВАТ и МАТ) (например, передатчик не может получить сообщение MCE\_ParamUpdate.req), то передатчик отправляет сообщение MCE\_ParamUpdateRequest.ind с запросом передачи VMAT.

Приемник может потребовать от передатчика прекращения использования VMAT\_ID посредством поля ACK\_CE\_CTRL в кадре ACK (см. пункт 7.1.2.3.2.3.1). После этого передатчик должен считать VMAT\_ID недействительным.

Приемник может аннулировать VMAT\_ID в рамках процесса отмены оценки канала (см. пункт 8.11.1.1.7).

#### **8.11.1.6 Вставка символа ACE**

При MIMO-передаче кадров PHY типа MSG, BMSG или BACK, в которых полезная нагрузка предназначена для приемников [ITU-T G.9963] (то есть случай 4a в таблице 7-1, указанный флагом MIMO\_IND в PFH, установленным в единицу), и MIMO-передаче кадров PROBE (PRBTYPE 1000<sub>2</sub>) в кадре всегда должен присутствовать по крайней мере один символ ACE. К этому символу ACE может быть добавлено до шести дополнительных символов ACE. Во всех остальных случаях

ММО-передачи, когда передача включает полезную нагрузку (то есть в случаях 4b, 5 и 6 в таблице 7-1), может присоединяться до семи символов ACE.

В любое время после регистрации приемник может запросить у передатчика присоединение до семи символов ACE (см. пункт 7.1.2.1), отправив сообщение MCE\_ACESymbols.ind для случая 4a из таблицы 7-1 (на что указывает флаг ММО\_IND в PFH, установленный в единицу) или сообщение CE\_ACESymbols.ind для случаев 4b, 5 и 6 из таблицы 7-1. В течение 100 мс после получения этого сообщения передатчик начинает прикреплять символы ACE, запрашиваемые приемником, ко всем кадрам, направляемым приемнику, которым разрешено нести символы ACE. Ту же процедуру приемник может использовать для изменения количества символов ACE.

### 8.11.1.7 Форматы сообщений управления для оценки канала

#### 8.11.1.7.1 Формат MCE\_ProbeSlotAssign.req

Формат MMPL сообщения MCE\_ProbeSlotAssign.req должен быть таким, как указано в таблице 8.4.

**Таблица 8-4 – Формат MMPL сообщения MCE\_ProbeSlotAssign.req**

Поле	Октет	Биты	Описание
ID передатчика	0	[7:0]	DEVICE_ID узла, запрашивающего выделение полосы пропускания для передачи кадров PROBE
ID приемника	1	[7:0]	DEVICE_ID узла приемника в рамках процедуры оценки канала
CE_VMAT_ID	2	[4:0]	В этом поле указывается VMAT_ID, относящийся к динамической VMAT, подлежащей обновлению в процессе оценки канала. Его формат должен быть таким, как указано в таблице 7-3
Зарезервировано		[7:5]	Зарезервировано МСЭ-Т (Прим.)
CE_STIME	3	[7:0]	В этом поле указывается время, когда передатчик может начать передачу кадров PROBE, и оно кодируется, как указано в таблице 8-98 [ITU-T G.9961]
CE_ETIME	4	[7:0]	В этом поле указывается время, когда передатчик должен завершить передачу кадров PROBE, и оно кодируется, как указано в таблице 8-99 [ITU-T G.9961]
CE_PRB_PARM	5–9	[39:0]	В этом поле указывается набор параметров кадров PROBE. Оно кодируется, как указано в таблице 8-23
CE_PRIORITY	10	[2:0]	В этом поле указывается наивысший пользовательский приоритет трафика, который передатчик должен передать указанному приемнику
Зарезервировано		[7:3]	Зарезервировано МСЭ-Т (Прим.)
ПРИМЕЧАНИЕ. – В битах, зарезервированных МСЭ-Т, передатчик должен устанавливать нули, а приемник – игнорировать их.			

#### 8.11.1.7.2 Формат сообщения MCE\_ProbeSlotRelease.req

Формат MMPL сообщения MCE\_ProbeSlotRelease.req должен быть таким, как указано в таблице 8-5.

**Таблица 8-5 – Формат MMPL сообщения MCE\_ProbeSlotRelease.req**

Поле	Октет	Биты	Описание
ID передатчика	0	[7:0]	DEVICE_ID узла, запрашивающего выделение полосы пропускания для передачи кадров PROBE
ID приемника	1	[7:0]	DEVICE_ID приемника, инициировавшего оценку канала

Таблица 8-5 – Формат MMPL сообщения MCE\_ProbeSlotRelease.req

Поле	Октет	Биты	Описание
CE_VMAT_ID	2	[4:0]	В этом поле указывается VMAT_ID, относящийся к динамической VMAT, подлежащей обновлению в процессе оценки канала. Его формат должен быть таким, как указано в таблице 7-3
Зарезервировано		[7:5]	Зарезервировано МСЭ-Т (Прим.)
CE_STIME	3	[7:0]	В этом поле указывается время, когда передатчик может начать передачу кадров PROBE, и оно кодируется, как указано в таблице 8-98 [ITU-T G.9961]
CE_ETIME	4	[7:0]	В этом поле указывается время, когда передатчик должен завершить передачу кадров PROBE, и оно кодируется, как указано в таблице 8-99 [ITU-T G.9961]
ПРИМЕЧАНИЕ. – В битах, зарезервированных МСЭ-Т, передатчик должен устанавливать нули, а приемник – игнорировать их.			

### 8.11.1.7.3 Формат сообщения MCE\_ParamUpdate.req

Формат MMPL сообщения MCE\_ParamUpdate.req должен быть таким, как указано в таблице 8-6.

Таблица 8-6 – Формат MMPL сообщения MCE\_ParamUpdate.req

Поле	Октет	Биты	Описание
Новый ID VMAT	0 и 1	[4:0]	В этом поле указывается VMAT_ID, относящийся к новой VMAT (CE_VMAT_ID). Его формат должен быть таким, как указано в таблице 7-3
<u>Частотный план</u> <u>ИФ-Диапазон</u> <u>частот</u>		[7:5]	В этом поле указывается тип <u>частотного плана</u> <u>диапазона частот</u> , на основе которого определяются последующие записи ВАТ. Его формат должен быть таким, как указано в таблице 7-10 [ITU-T G.9960]
CE_VAT_GRP		[10:8]	В этом поле указывается способ группирования поднесущих ВАТ (G), относящийся к новым ВАТ и определенный при подтверждении инициирования оценки канала. Его формат должен быть таким, как указано в таблице 8-7
Индикатор режима MIMO		[12:11]	В этом поле указывается на использование одного из следующих режимов MIMO для VMAT_ID, связанного с новой VMAT (CE_VMAT_ID) (Прим. 10): 0 – режим 0; 1 – режим 1; 2 – режим 2; 3 – зарезервирован МСЭ-Т. Описание вышеуказанных режимов см. в пункте 8.11.2
Индикатор обновления ВАТ		[13]	0 – когда в сообщении не обновляются ВАТ SS 1 и SS 2, то есть когда в сообщении отсутствуют поля $V_1^{(1)}, \dots, V_Z^{(1)}$ и $V_1^{(2)}, \dots, V_Z^{(2)}$ . 1 – когда в сообщении обновляются ВАТ SS 1 и SS 2, то есть когда в сообщении присутствуют поля ВАТ. Z определяется в поле TIDX <sub>MAX</sub>
Индикатор обновления параметров обратной связи предварительного кодирования		[14]	0 – когда в сообщении не обновляются параметры предварительного кодирования, то есть когда в сообщении отсутствуют поля параметров предварительного кодирования, $P_{1,\theta}, P_{1,\phi}, \dots, P_{K,\theta}$ и $P_{K,\phi}$ . 1 – когда в сообщении обновляются параметры предварительного кодирования, то есть когда в сообщении

Таблица 8-6 – Формат MMPL сообщения MCE\_ParamUpdate.req

Поле	Октет	Биты	Описание
			присутствуют поля параметров предварительного кодирования. Если в поле "индикатор режима MIMO" установлен 0, то и в этом поле должен быть установлен 0. $K$ определяется в поле $TIDX_{max}$
Индикатор квантования параметров обратной связи предварительного кодирования		[15]	0 – когда $P_{i, \theta}$ и $P_{i, \phi}$ квантуются как 4-битовые значения. 1 – когда $P_{i, \theta}$ и $P_{i, \phi}$ квантуются как 8-битовые значения. Когда в поле "индикатор обновления параметров обратной связи предварительного кодирования" установлен 0, приемник сообщения должен игнорировать это поле
CE_PR_GRP	2	[2:0]	В этом поле указывается способ группирования поднесущих предварительного кодирования (PG), относящийся к индикатору обновления параметров обратной связи предварительного кодирования и параметров обратной связи $P_{i, j}$ , и его значение определяется при подтверждении инициирования оценки канала. Формат этого поля приведен в таблице 8-7 "Формат CE_PR_GRP". Когда в поле "индикатор обновления параметров обратной связи предварительного кодирования" установлен 0, приемник сообщения должен игнорировать это поле
BAT_COMPRESSION		3	Этот бит указывает, используется ли механизм последовательного сжатия для передачи информации BAT (полей $B_1^{(1)}-B_Z^{(1)}$ и $B_1^{(2)}-B_Z^{(2)}$ ). Когда этот бит установлен в ноль, механизм последовательного сжатия для сжатия BAT не используется. Когда этот бит установлен в единицу, для сжатия BAT используется механизм последовательного сжатия. Этот бит устанавливается в единицу только в том случае, когда в поле сжатия VMAT (см. таблицу 8-0) также установлена единица
PRECODING_COMPRESSION		4	Этот бит указывает, используется ли механизм последовательного сжатия для передачи информации предварительного кодирования (полей $P_{l, \theta} - P_{K, \theta}$ и $P_{l, \phi} - P_{K, \phi}$ ) Когда этот бит установлен в ноль, механизм последовательного сжатия для сжатия информации предварительного кодирования не используется. Когда этот бит установлен в единицу, для сжатия информации предварительного кодирования механизм последовательного сжатия используется. Этот бит устанавливается в единицу только в том случае, когда в поле сжатия VMAT (см. таблицу 8-0) также установлена единица
NUM_VALID_DUR_EXT		[6:5]	Это поле содержит дополнительные биты NUM_VALID_DUR, которые добавляются и используются для MSB NUM_VALID_DUR. С этим расширением допустимый диапазон значений NUM_VALID_DUR составляет от 0 ( $V = 1$ ) до 31 ( $V = 32$ ) (Прим. 16)
APSD_MAX_EXT		[7]	Это поле содержит значение APSD_MAX_EXT в заголовке кадра PHY, связанное с новой VMAT. Его формат должен быть таким, как указано в пункте 7.1.2.3.2.2.25 [ITU-T G.9960] (Прим. 15)

Таблица 8-6 – Формат MMPL сообщения MCE\_ParamUpdate.req

Поле	Октет	Биты	Описание
VALID_BMAT_ID	3 и 4	[15:0]	Это поле содержит битовую карту, указывающую, какие динамические ВМАТ действительны (включая новый идентификатор ВМАТ) для данного узла (SID) при их получении от целевого узла (DID). Каждый бит соответствует одной динамической ВМАТ. Бит 0 поля VALID_BMAT_ID устанавливается в единицу, если действительна динамическая ВМАТ с идентификатором 16. Бит 11 поля VALID_BMAT_ID устанавливается в единицу, если действительна динамическая ВМАТ с идентификатором 27
NUM_TX_AVAIL_BMAT_NO_PREC	5	[3:0]	В этом поле указывается количество доступных динамических ВМАТ (в предположении, что $G = 1$ и предварительное кодирование отсутствует), которое может поддерживать данный узел (SID) при передаче в целевой узел (DID). Допустимые значения – от 0 до 12
NUM_TX_AVAIL_BMAT_PREC		[7:4]	В этом поле указывается количество доступных динамических ВМАТ (в предположении, что $G = 1$ и $PG = 1$ , а параметры предварительного кодирования представлены 8-битовыми значениями), которое может поддерживать данный узел (SID) при передаче в целевой узел (DID). Допустимые значения – от 0 до 12
Новый размер блока	6	[1:0]	В этом поле указывается предлагаемое значение параметра BLKSZ, связанное с новой ВМАТ. Его формат должен быть таким, как указано в таблице 7-7 [ITU-T G.9960] (Прим. 2)
Новая скорость FEC		[4:2]	В этом поле указывается предлагаемое значение параметра FEC_RATE, связанное с новой ВМАТ. Его формат приведен в таблице 7-12 [ITU-T G.9960] (Прим. 3)
Новый GI		[7:5]	В этом поле указывается предлагаемое значение параметра GI_ID, связанное с новой ВМАТ. Его формат должен быть таким, как указано в таблице 7-14 [ITU-T G.9960] (Прим. 4)
APSD_MAX	7	[4:0]	Это поле содержит значение параметра APSD_MAX в заголовке кадра РНУ, связанное с новой ВМАТ. Его формат должен быть таким, как указано в пункте 7.1.2.3.2.2.11. (Прим. 15)
NUM_VALID_DUR		[7:5]	В этом поле указывается количество действительных интервалов времени, определенных для новой ВМАТ (V). Допустимый диапазон значений этого поля от 0 ( $V = 1$ ) до 7 ( $V = 8$ ) без расширения (Прим. 5)
CE_STIME <sub>1</sub>	8	[7:0]	В этом поле указывается время начала первого интервала времени, в течение которого действительна новая ВМАТ. Его формат должен быть таким, как указано в таблице 8-98 [ITU-T G.9961]
CE_ETIME <sub>1</sub>	9	[7:0]	В этом поле указывается время окончания первого интервала времени, в течение которого действительна новая ВМАТ. Его формат должен быть таким, как указано в таблице 8-99 [ITU-T G.9961]
...	...	...	...
CE_STIME <sub>v</sub>	2V + 6	[7:0]	В этом поле указывается время начала последнего интервала времени, в течение которого действительна новая ВМАТ. Его формат должен быть таким, как указано в таблице 8-98 [ITU-T G.9961]

Таблица 8-6 – Формат MMPL сообщения MCE\_ParamUpdate.req

Поле	Октет	Биты	Описание
CE_ETIME <sub>v</sub>	2V + 7	[7:0]	В этом поле указывается время окончания последнего интервала времени, в течение которого действительна новая ВМАТ. Его формат должен быть таким, как указано в таблице 8-99 [ITU-T G.9961]
<u>TIDX<sub>MIN</sub> для OFB профиля 1</u>	От (2V + 8) до (2V + 10)	[11:0]	12-битовое целое число без знака, указывающее наименьшее из следующих значений: 1) индекс первой поднесущей первой группы ВАТ, которой назначены ненулевые биты в пространственном потоке 1; или 2) индекс первой поднесущей первой группы ВАТ, которой назначены ненулевые биты в пространственном потоке 2. Это должно быть целое число, кратное G (Прим. 6). Значение этого поля должно быть связано с ВМАТ и использоваться при частичных обновлениях ВМАТ (см. таблицу 8-9)
<u>TIDX<sub>MAX</sub> для OFB профиля 1</u>		[23:11]	12-битовое целое число без знака, указывающее наибольшее из следующих значений: 1) индекс первой поднесущей последней группы ВАТ, которой назначены ненулевые биты в пространственном потоке 1; или 2) индекс первой поднесущей последней группы ВАТ, которой назначены ненулевые биты в пространственном потоке 2. Это должно быть целое число, кратное G (Прим. 6), и, если используется группирование битовой загрузки ( $G > 1$ ), должно выполняться условие: $TIDX_{MAX} + G - 1 \leq \text{StopSubCarrier}$ , где StopSubCarrier – значение, указанное в таблице 8-16.6 (поле Bandplan Info Capability Value) [ITU-T G.9961]. Пусть W означает количество записей ВАТ, равное $(TIDX_{MAX} - TIDX_{MIN})/G + 1$ . Пусть Z означает наименьшее целое число, большее или равное W/2.  Пусть K означает количество записей предварительного кодирования (то есть количество групп предварительного кодирования), которое представляет собой наименьшее целое число, большее или равное $(TIDX_{MAX} + G - TIDX_{MIN})/PG$
B <sub>1</sub> <sup>(1)</sup>	2V + 11	[3:0]	Это поле должно присутствовать тогда и только тогда, когда в поле "индикатор обновления ВАТ" установлена единица. Оно имеет вид 4-битового целого числа без знака, которое указывает количество битов, назначенных пространственному потоку 1 для поднесущих с индексами от TIDX <sub>MIN</sub> до TIDX <sub>MIN</sub> + G – 1 (Прим. 6, 7). Это поле существует только в том случае, если в поле BAT_COMPRESSION установлено значение 0
		[7:4]	Это поле должно присутствовать тогда и только тогда, когда в поле "индикатор обновления ВАТ" установлена единица. Оно имеет вид 4-битового целого числа без знака, которое указывает количество битов, назначенных пространственному потоку 1 для поднесущих с индексами от TIDX <sub>MIN</sub> + G до TIDX <sub>MIN</sub> + 2G – 1 (Прим. 6, 7, 8). Это поле существует только в том случае, если в поле BAT_COMPRESSION установлено значение 0

Таблица 8-6 – Формат MMPL сообщения MCE\_ParamUpdate.req

Поле	Октет	Биты	Описание
...	...	...	...
B <sub>Z</sub> <sup>(1)</sup>	2V + 10 + Z	[3:0]	<p>Это поле должно присутствовать тогда и только тогда, когда в поле "индикатор обновления BAT" установлена единица. Оно имеет вид 4-битового целого числа без знака, которое указывает количество битов, назначенных пространственному потоку 1 для поднесущих с индексами от TID<sub>X</sub>MAX – G до TID<sub>X</sub>MAX – 1, если W четное, или для поднесущих с индексами от TID<sub>X</sub>MAX до TID<sub>X</sub>MAX + G – 1, если W нечетное число (Прим. 6, 7).</p> <p>Это поле существует только в том случае, если в поле BAT_COMPRESSION установлено значение 0</p>
		[7:4]	<p>Это поле должно присутствовать тогда и только тогда, когда в поле "индикатор обновления BAT" установлена единица. Оно имеет вид 4-битового целого числа без знака, которое указывает количество битов, назначенных пространственному потоку 1 для поднесущих с индексами от TID<sub>X</sub>MAX до TID<sub>X</sub>MAX + G – 1, если W четное число (Прим. 6, 7, 9).</p> <p>Это поле существует только в том случае, если в поле BMAT_COMPRESSION установлено значение 0</p>
COMPRESSED_BAT <sup>(1)</sup>	Переменное	Переменное	<p>Сжатая информация, включающая Z полей B<sub>i</sub><sup>(1)</sup>.</p> <p>Это поле заполняется с использованием механизма, описанного в пункте 8.23 [ITU-T G.9961], со значением поля Pattern, отформатированным как поле B<sub>i</sub><sup>(1)</sup> этого сообщения (N = 8).</p> <p>Это поле существует только в том случае, если в поле BAT_COMPRESSION установлено значение 1</p>
B <sub>1</sub> <sup>(2)</sup>	Переменное	[3:0]	<p>Это поле должно присутствовать тогда и только тогда, когда в поле "индикатор обновления BAT" установлена единица. Оно имеет вид 4-битового целого числа без знака, которое указывает количество битов, назначенных пространственному потоку 2 для поднесущих с индексами от TID<sub>X</sub>MIN до TID<sub>X</sub>MIN + G – 1 (Прим. 6, 7).</p> <p>Это поле существует только в том случае, если в поле BAT_COMPRESSION установлено значение 0</p>
		[7:4]	<p>Это поле должно присутствовать тогда и только тогда, когда в поле "индикатор обновления BAT" установлена единица. Оно имеет вид 4-битового целого числа без знака, которое указывает количество битов, назначенных пространственному потоку 2 для поднесущих с индексами от TID<sub>X</sub>MIN + G до TID<sub>X</sub>MIN + 2G – 1 (Прим. 6, 7, 8).</p> <p>Это поле существует только в том случае, если в поле BAT_COMPRESSION установлено значение 0</p>
...	...	...	...
B <sub>Z</sub> <sup>(2)</sup>	Переменное	[3:0]	<p>Это поле должно присутствовать тогда и только тогда, когда в поле "индикатор обновления BAT" установлена единица. Оно имеет вид 4-битового целого числа без знака, которое указывает количество битов, назначенных пространственному потоку 2 для поднесущих с индексами от TID<sub>X</sub>MAX – G до TID<sub>X</sub>MAX – 1, если W четное число, или для поднесущих с индексами от TID<sub>X</sub>MAX до TID<sub>X</sub>MAX + G – 1, если W нечетное число (Прим. 6, 7).</p> <p>Это поле существует только в том случае, если в поле BAT_COMPRESSION установлено значение 0</p>

Таблица 8-6 – Формат MMPL сообщения MCE\_ParamUpdate.req

Поле	Октет	Биты	Описание
		[7:4]	<p>Это поле должно присутствовать тогда и только тогда, когда в поле "индикатор обновления BAT" установлена единица. Оно имеет вид 4-битового целого числа без знака, которое указывает количество битов, назначенных пространственному потоку 2 для поднесущих с индексами от <math>TIDX_{MAX}</math> до <math>TIDX_{MAX} + G - 1</math>, если <math>W</math> четное число (Прим. 6, 7, 9).</p> <p>Это поле существует только в том случае, если в поле BAT_COMPRESSION установлено значение 0</p>
COMPRESSED_BAT <sup>(2)</sup>	Переменное	Переменное	<p>Сжатая информация, включающая <math>Z</math> полей <math>B_i^{(2)}</math>.</p> <p>Это поле заполняется с использованием механизма, описанного в пункте 8.23 [ITU-T G.9961], со значением поля Pattern, отформатированным как поле <math>B_i^{(2)}</math> этого сообщения (<math>N = 8</math>).</p> <p>Это поле существует только в том случае, если в поле BAT_COMPRESSION установлено значение 1</p>
$P_{1,\theta}$	Переменное	Переменное	<p>Это поле должно присутствовать тогда и только тогда, когда в поле "индикатор обновления параметров предварительного кодирования" установлено значение 1 (Прим. 13). Оно имеет вид 4-битового (Прим. 12) или 8-битового целого числа без знака, которое указывает угол <math>\theta</math> – один из параметров матрицы предварительного кодирования, назначенной первой группе поднесущих PG с индексами поднесущих от <math>TIDX_{MIN}</math> до <math>TIDX_{MIN} + PG - 1</math>. Значение <math>\theta</math> в радианах равно (в зависимости от поля индикатора квантования параметров обратной связи предварительного кодирования):</p> <p><math>\theta = \pi(2P_\theta + 1)/64</math>, где <math>P_\theta = P_{1,\theta} = 0 \dots 15</math> (4-битовое квантование); или</p> <p><math>\theta = \pi(2P_\theta + 1)/1024</math>, где <math>P_\theta = P_{1,\theta} = 0 \dots 255</math> (8-битовое квантование).</p> <p>Это поле существует, только если в поле PRECODING_COMPRESSION установлено значение 0</p>
...	...	...	...
$P_{K,\theta}$	Переменное	Переменное	<p>Это поле должно присутствовать тогда и только тогда, когда в поле "индикатор обновления параметров предварительного кодирования" установлено значение 1 (Прим. 13). Оно имеет вид 4-битового (Прим. 12) или 8-битового целого числа без знака, которое указывает угол <math>\theta</math> – один из параметров матрицы предварительного кодирования, назначенной последней группе поднесущих PG с индексами поднесущих от <math>TIDX_{MIN} + PG \times (K - 1)</math> до <math>TIDX_{MIN} + PG - 1 + PG \times (K - 1)</math>. Значение <math>\theta</math> в радианах равно (в зависимости от поля индикатора квантования параметров обратной связи предварительного кодирования):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\theta = \pi(2P_\theta + 1)/64</math>, где <math>P_\theta = P_{K,\theta} - 0 \dots 15</math> (4-битовое квантование); или</li> <li><math>\theta = \pi(2P_\theta + 1)/1024</math>, где <math>P_\theta = P_{K,\theta} - 0 \dots 255</math> (8-битовое квантование).</li> </ul> <p>Это поле существует, только если в поле PRECODING_COMPRESSION установлено значение 0</p>

Таблица 8-6 – Формат MMPL сообщения MCE\_ParamUpdate.req

Поле	Октет	Биты	Описание
COMPRESSED_θ	Переменное	Переменное	Сжатая информация, включающая $K$ полей $P_{i,\theta}$ . Это поле заполняется с использованием механизма, описанного в пункте 8.23 [ITU-T G.9961], со значением поля Pattern, отформатированным как поле $P_{i,\theta}$ этого сообщения ( $N = 4$ или $N = 8$ в зависимости от значения поля индикатора квантования параметров обратной связи предварительного кодирования). Это поле существует, только если в поле PRECODING_COMPRESSION установлено значение 1
$P_{1,\varphi}$	Переменное	Переменное	Это поле должно присутствовать тогда и только тогда, когда в поле "индикатор обновления параметров предварительного кодирования" установлено значение 1 (Прим. 13). Оно имеет вид 4-битового (Прим. 12) или 8-битового целого числа без знака, которое указывает угол $\varphi$ – один из параметров матрицы предварительного кодирования, назначенной первой группе поднесущих PG с индексами поднесущих от $TIDX_{MIN}$ до $TIDX_{MIN} + PG - 1$ . Значение $\varphi$ в радианах равно (в зависимости от поля индикатора квантования параметров обратной связи предварительного кодирования) (Прим. 11): <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\varphi = \pi(2P_\varphi + 1)/16</math>, где <math>P_\varphi = P_{1,\varphi} = 0 \dots 15</math> (4-битовое квантование); или</li> <li><math>\varphi = \pi(2P_\varphi + 1)/256</math>, где <math>P_\varphi = P_{1,\varphi} = 0 \dots 255</math> (8-битовое квантование).</li> </ul> Это поле существует, только если в поле PRECODING_COMPRESSION установлено значение 0
...	...	...	...
$P_{K,\varphi}$	Переменное	Переменное	Это поле должно присутствовать тогда и только тогда, когда в поле "индикатор обновления параметров предварительного кодирования" установлено значение 1 (Прим. 13). Оно имеет вид 4-битового (Прим. 12) или 8-битового целого числа без знака, которое указывает угол $\varphi$ – один из параметров матрицы предварительного кодирования, назначенной последней группе поднесущих PG с индексами поднесущих от $TIDX_{MIN} + PG \times (K - 1)$ до $TIDX_{MIN} + PG - 1 + PG \times (K - 1)$ . Значение $\varphi$ в радианах равно (в зависимости от поля индикатора квантования параметров обратной связи предварительного кодирования) (Прим. 11): <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\varphi = \pi(2P_\varphi + 1)/16</math>, где <math>P_\varphi = P_{K,\varphi} = 0 \dots 15</math> (4-битовое квантование); или</li> <li><math>\varphi = \pi(2P_\varphi + 1)/256</math>, где <math>P_\varphi = P_{K,\varphi} = 0 \dots 255</math> (8-битовое квантование).</li> </ul> Это поле существует, только если в поле PRECODING_COMPRESSION установлено значение 0
COMPRESSED_φ	Переменное	Переменное	Сжатая информация, включающая $K$ полей $P_{i,\varphi}$ . Это поле заполняется с использованием механизма, описанного в пункте 8.23 [ITU-T G.9961], со значением поля Pattern, отформатированным как поле $P_{i,\varphi}$ этого сообщения ( $N = 4$ или $N = 8$ в зависимости от значения поля индикатора квантования параметров обратной связи предварительного кодирования). Это поле существует, только если в поле PRECODING_COMPRESSION установлено значение 1

**Таблица 8-6 – Формат MMPL сообщения MCE\_ParamUpdate.req**

Поле	Октет	Биты	Описание
<p>ПРИМЕЧАНИЕ 1. – В битах, зарезервированных МСЭ-Т, передатчик должен устанавливать нули, а приемник – игнорировать их.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Для нового соединения передатчик должен использовать предлагаемый или больший размер блоков. После выбора размера блоков для соединения он не должен изменяться в течение всего времени существования соединения (пункт 8.1.3.2 [ITU-T G.9960]).</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Передатчик должен использовать предлагаемую или более низкую скорость FEC.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Передатчик должен использовать предлагаемое или более длинное значение GI.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 5. – Новая ВМАТ должна использоваться только в течение указанных неперекрывающихся периодов времени (до 8) в пределах цикла МАС, определенного параметрами CE_STIME<sub>i</sub> и CE_ETIME<sub>i</sub> без расширения.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 6. – Индекс поднесущей представляет собой физический индекс (пункт 7.1.4.1). Все записи ВМАТ за пределами [TIDX<sub>MIN</sub>, TIDX<sub>MAX</sub> + G – 1] считаются незагруженными.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 7. – Если поднесущая не загружена, в поле устанавливается значение 0 или 15.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 8. – Если W = 1, в этом поле должно быть установлено значение 0.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 9. – Если W – нечетное число, в этом поле должно быть установлено значение 0.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 10. – Матрица отображения портов Tx (TRM), которая должна использоваться каждой поднесущей, указывается кодированием битов в ВАТ, назначенных двум пространственным потокам поднесущей, и индикатором режима ММО в соответствии с таблицей 8-2.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 11. – В линиях электропередачи циклический сдвиг дает уменьшение на <math>2 * \pi * T_{CS} * F_{SC} = 0,098175</math> радиан (приблизительно <math>\pi/32</math> радиана) угла <math>\varphi</math> от одной поднесущей к следующей. Когда PG &gt; 1, значение <math>P_{\varphi}</math> относится к поднесущей с самой низкой частотой в группе. Передатчик вычисляет значение <math>\varphi</math> для каждой поднесущей группы <math>i</math> (<math>i = 0 \dots PG - 1</math>) следующим образом:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\varphi = \pi(2P'_{\varphi} + 1)/16</math>, где <math>P'_{\varphi} = (4P_{\varphi} - i)/4</math> при 4-битовом квантовании;</li> <li>• <math>\varphi = \pi(2P'_{\varphi} + 1)/256</math>, где <math>P'_{\varphi} = P_{\varphi} - 4i</math> при 8-битовом квантовании.</li> </ul> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 12. – При 4-битовых значениях в каждый октет упаковываются два значения, так что четыре младших бита соответствуют индексу нижней поднесущей. Если K нечетное число, то четыре старших бита октета, содержащего <math>P_{K,\theta}</math> и <math>P_{K,\varphi}</math>, устанавливаются в ноль.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 13. – Параметры предварительного кодирования сообщаются для всех групп предварительного кодирования, даже для тех, которые включают поднесущие, связанные с отображением портов Tx без предварительного кодирования.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 14. – Перед применением механизма сжатия в поле <math>P_{i,\varphi}</math> должно быть исключено чередование постоянной фазы (см. Прим. 11) от одной группы к следующей. Первая группа (из K групп) считается контрольной (исключение постоянной фазы не требуется).</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 15. – Приемник обязан устанавливать APSD_MAX и APSD_MAX_EXT с учетом ограничений PSD и возможностей передатчика, известных приемнику (см. пункт 7.1.5 [ITU-T G.9960]).</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 16. – Новая ВМАТ должна использоваться только в течение указанных неперекрывающихся периодов времени (до 32) в пределах цикла МАС, определенного параметрами CE_STIME<sub>i</sub> и CE_ETIME<sub>i</sub>, с расширением NUM_VALID_DUR.</p>			

**Таблица 8-7 – Формат CE\_VAT\_GRP**

Значение VAT_GRP_ID (b <sub>10</sub> b <sub>9</sub> b <sub>8</sub> )	Описание
000	Значение по умолчанию – группирование поднесущих ВАТ отсутствует (G = 1)
001	Группирование поднесущих ВАТ в две поднесущие (G = 2)
010	Группирование поднесущих ВАТ в четыре поднесущие (G = 4)
011	Группирование поднесущих ВАТ в восемь поднесущих (G = 8)
100	Группирование поднесущих ВАТ в 16 поднесущих (G = 16)
101–111	Зарезервировано МСЭ-Т

**Таблица 8-8 – Формат CE\_PR\_GRP**

Значение PR_GRP_ID (b <sub>2</sub> b <sub>1</sub> b <sub>0</sub> )	Описание
000	Значение по умолчанию – группирование поднесущих предварительного кодирования отсутствует (PG = 1)
001	Группирование поднесущих предварительного кодирования в две поднесущие (PG = 2)
010	Группирование поднесущих предварительного кодирования в четыре поднесущие (PG = 4)
011	Группирование поднесущих предварительного кодирования в восемь поднесущих (PG = 8)
100	Группирование поднесущих предварительного кодирования в 16 поднесущих (PG = 16)
101–111	Зарезервировано МСЭ-Т

#### 8.11.1.7.4 Формат сообщения MCE\_ParamUpdateRequest.ind

В таблице 8-9 показан формат MMPL сообщения MCE\_ParamUpdateRequest.ind.

**Таблица 8-9 – Формат MMPL сообщения MCE\_ParamUpdateRequest.ind**

Поле	Октет	Биты	Описание
Запрашиваемый идентификатор ВМАТ	0	[4:0]	В этом поле указывается значение ВМАТ_ID, для которого передатчик запрашивает повторную передачу результата оценки канала. Его формат должен быть таким, как показано в таблице 7-3
Зарезервировано		[7:5]	Зарезервировано МСЭ-Т (Прим.)
ПРИМЕЧАНИЕ. – В битах, зарезервированных МСЭ-Т, передатчик должен устанавливать нули, а приемник – игнорировать их.			

#### 8.11.1.7.5 Формат сообщения MCE\_PartialBmatUpdate.req

В таблице 8-10 показан формат MMPL сообщения MCE\_PartialBmatUpdate.req.

**Таблица 8-10 – Формат MMPL сообщения MCE\_PartialBmatUpdate.req**

Поле	Октет	Биты	Описание
O_VMAT_ID	0	[4:0]	В этом поле указывается ВМАТ_ID, относящийся к ВМАТ, подлежащей обновлению по запросу РВМУ. Его формат должен быть таким, как показано в таблице 7-3
Зарезервировано		[7:5]	Зарезервировано МСЭ-Т (Прим.)
N_VMAT_ID	1	[4:0]	В этом поле указывается ВМАТ_ID, относящийся к ВМАТ, обновленной по запросу РВМУ. Его формат должен быть таким, как показано в таблице 7-3
Зарезервировано		[7:5]	Зарезервировано МСЭ-Т (Прим.)
NUM_VAT_ENT <u>для OFB</u> <u>профиля 1</u>	2 и 3	[9:0]	В этом поле указывается количество обновляемых записей ВАТ (V). Допустимый диапазон значений этого поля – от 0 (V = 1) до 1023 (V = 1024). <u>Для OFB профиля 2 в этом поле устанавливается значение 0</u>
Зарезервировано		[15:10]	Зарезервировано МСЭ-Т (Прим.)

Таблица 8-10 – Формат MMPL сообщения MCE\_PartialBmatUpdate.req

Поле	Октет	Биты	Описание
NUM_PG_ENT	4 и 5	[9:0]	В этом поле указывается количество подлежащих обновлению записей группы предварительного кодирования ( $Q$ ). Допустимый диапазон значений этого поля – от 0 ( $Q = 1$ ) до 1023 ( $Q = 1024$ ). Когда в поле "индикатор обновления параметров обратной связи предварительного кодирования" установлен 0, приемник сообщения должен игнорировать это поле
Индикатор обновления BAT SS 1		[10]	0 – когда BAT SS 1 не обновляется в сообщении, то есть поля BAT $V_{T1}^{(1)}$ , ..., $V_{Tv}^{(1)}$ (включая зарезервированные поля в соответствующих октетах) в сообщении отсутствуют. 1 – когда в сообщении обновляются BAT SS 1, то есть когда в сообщении присутствуют поля BAT
Индикатор обновления BAT SS 2		[11]	0 – когда BAT SS 2 не обновляется в сообщении, то есть поля BAT $V_{T1}^{(2)}$ , ..., $V_{Tv}^{(2)}$ (включая зарезервированные поля в соответствующих октетах) в сообщении отсутствуют. 1 – когда в сообщении обновляются BAT SS 2, то есть когда в сообщении присутствуют поля BAT
Индикатор обновления параметров обратной связи предварительного кодирования		[12]	0 – когда в сообщении не обновляются параметры предварительного кодирования, то есть когда в сообщении отсутствуют поля параметров предварительного кодирования $PT_1, P_\theta, PT_1, P_\phi, PT_1, \dots, PT_Q, P_\theta, PT_Q, P_\phi, PT_V$ . 1 – когда в сообщении обновляются параметры предварительного кодирования, то есть когда в сообщении присутствуют поля параметров предварительного кодирования. Если в поле "индикатор режима MIMO" установлен 0, то и в поле O_VMAT_ID должен быть установлен 0
Индикатор квантования параметров обратной связи предварительного кодирования		[13]	0 – когда $P_{i,\theta}$ и $P_{i,\phi}$ квантованы как 4-битовые значения. 1 – когда $P_{i,\theta}$ и $P_{i,\phi}$ квантованы как 8-битовые значения. Когда в поле "индикатор обновления параметров обратной связи предварительного кодирования" установлен 0, приемник, получивший это сообщение, должен игнорировать это поле. Значение квантования должно быть таким же, как для O_VMAT_ID
Зарезервировано		[15:14]	Зарезервировано МСЭ-Т (Прим.)
Дескриптор записи BAT SS 2 [V]	Переменное	[23:0]	Это поле должно присутствовать тогда и только тогда, когда в обоих полях "индикатор обновления BAT SS 1" и "индикатор обновления BAT SS 2" установлено значение 1. Его формат должен быть таким, как показано в таблице 8-10
Дескриптор записи BAT SS 1 [V]	Переменное	[15:0]	Это поле должно присутствовать тогда и только тогда, когда только в одном из полей – "индикатор обновления BAT SS 1" или "индикатор обновления BAT SS 2" – установлено значение 1. Его формат должен быть таким, как показано в таблице 8-11
Дескриптор записи предварительного кодирования [Q]	Переменное	Переменное	Это поле должно присутствовать тогда и только тогда, когда в поле "индикатор обновления параметров предварительного кодирования" установлено значение 1. Его формат должен быть таким, как показано в таблице 8-12
ПРИМЕЧАНИЕ. – В битах, зарезервированных МСЭ-Т, передатчик должен устанавливать нули, а приемник – игнорировать их.			

**Таблица 8-11 – Формат дескриптора записи ВАР SS 2**

Поле	Октет	Биты	Описание
$T_i$	0-2	[11:0]	Это поле имеет формат 12-битового целого числа без знака и указывает индекс поднесущей (Прим. 1). Это должно быть целое число, кратное $G$ . $T_i = TIDX_{\min + \max}(G, PG)*I$ ; где $I$ – целое число (Прим. 2), а $TIDX_{\min}$ – значение, связанное с $O\_VMAT\_ID$ (см. таблицу 8-9)
$V_{T_i}^{(1)}$		[15:12]	Это поле имеет формат 4-битового целого числа без знака и указывает количество битов, назначенных пространственному потоку 1 для поднесущих с индексами от $T_i$ до $T_i + G - 1$
$V_{T_i}^{(2)}$		[19:16]	Это поле имеет формат 4-битового целого числа без знака и указывает количество битов, назначенных пространственному потоку 2 для поднесущих с индексами от $T_i$ до $T_i + G - 1$
Зарезервировано		[23:20]	Зарезервировано МСЭ-Т (Прим. 3)
<p>ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Индекс поднесущей представляет собой физический индекс (см. пункт 7.1.4.1).</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Могут быть выбраны значения <math>T_i</math>, меньшие, чем <math>TIDX_{\min}</math>, путем использования отрицательного значения <math>I</math>.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 3. – В битах, зарезервированных МСЭ-Т, передатчик должен устанавливать нули, а приемник – игнорировать их.</p>			

**Таблица 8-12 – Формат дескриптора записи ВАР SS 1**

Поле	Октет	Биты	Описание
$T_i$	0-1	[11:0]	Это поле имеет формат 12-битового целого числа без знака и указывает индекс поднесущей (Прим. 1). $T_i = TIDX_{\min + \max}(G, PG)*I$ ; где $I$ – целое число (Прим. 2), а $TIDX_{\min}$ – значение, связанное с $O\_VMAT\_ID$ (см. таблицу 8-5)
$V_{T_i}^{(k)}$		[15:12]	Это поле имеет формат 4-битового целого числа без знака и указывает количество битов, назначенных пространственному потоку $k$ для поднесущих с индексами от $T_i$ до $T_i + G - 1$ . Значения $k$ : 1 – если в поле "индикатор обновления ВАР SS 1" установлено значение 1; 2 – если в поле "индикатор обновления ВАР SS 2" установлено значение 1
<p>ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Индекс поднесущей представляет собой физический индекс (см. пункт 7.1.4.1).</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Могут быть выбраны значения <math>T_i</math>, меньшие, чем <math>TIDX_{\min}</math>, путем использования отрицательного значения <math>I</math>.</p>			

**Таблица 8-13 – Формат дескриптора записи предварительного кодирования**

Поле	Октет	Биты	Описание
$PT_i$	0 и 1	[11:0]	Это поле имеет формат 12-битового целого числа без знака и указывает индекс поднесущей (Прим. 1). $PT_i = TIDX_{min} + PG * I$ ; где $I$ – целое число (Прим. 2), а $TIDX_{min}$ – значение, связанное с $O\_VMAT\_ID$ (см. таблицу 8-5)
Зарезервировано		[15:12]	Зарезервировано МСЭ-Т
$P_{\theta, PT_i}$	Переменное	Переменное	Это поле имеет вид 4-битового или 8-битового целого числа без знака, которое указывает угол $\theta$ – один из параметров матрицы предварительного кодирования, назначенной группе поднесущих $PG$ с индексами от $PT_1$ до $PT_1 + PG - 1$ . Значение $\theta$ в радианах равно (в зависимости от поля индикатора квантования обратной связи предварительного кодирования) (Прим. 3): <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\theta = \pi(2P_{\theta} + 1)/64</math>, где <math>P_{\theta} = P_{\theta, PT_i} = 0 \dots 15</math> (4-битовое квантование); или</li> <li><math>\theta = \pi(2P_{\theta} + 1)/1024</math>, где <math>P_{\theta} = P_{\theta, PT_i} = 0 \dots 255</math> (8-битовое квантование)</li> </ul>
$P_{\phi, PT_i}$	Переменное	Переменное	Это поле имеет вид 4-битового или 8-битового целого числа без знака, которое указывает угол $\phi$ – один из параметров матрицы предварительного кодирования, назначенной группе поднесущих $PG$ с индексами от $PT_1$ до $PT_1 + PG - 1$ . Значение $\phi$ в радианах равно (в зависимости от поля индикатора квантования обратной связи предварительного кодирования) (Прим. 3, 4): <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\phi = \pi(2P_{\phi} + 1)/16</math>, где <math>P_{\phi} = P_{\phi, PT_i} = 0 \dots 15</math> (4-битовое квантование); или</li> <li><math>\phi = \pi(2P_{\phi} + 1)/256</math>, где <math>P_{\phi} = P_{\phi, PT_i} = 0 \dots 255</math> (8-битовое квантование)</li> </ul>
<p>ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Индекс поднесущей представляет собой физический индекс (см. пункт 7.1.4.1).</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Могут быть выбраны значения <math>PT</math>, меньшие, чем <math>TIDX_{min}</math>, путем использования отрицательного значения <math>I</math>.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 3. – При 4-битовом квантовании размер дескриптора записи предварительного кодирования составляет 3 байта. При 8-битовом квантовании размер дескриптора записи предварительного кодирования составляет 4 байта.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 4. – В линиях электропередачи циклический сдвиг дает уменьшение на <math>2 * \pi * T_{CS} * F_{SC} = 0,098175</math> радиан (приблизительно <math>\pi/32</math> радиана) угла <math>\phi</math> от одной поднесущей к следующей. Когда <math>PG &gt; 1</math>, значение <math>P_{\phi}</math> относится к поднесущей с самой низкой частотой в группе. Передатчик вычисляет значение <math>\phi</math> для каждой поднесущей группы <math>i</math> (<math>i = 0 \dots PG - 1</math>) следующим образом:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\phi = \pi(2P'_{\phi} + 1)/16</math>, где <math>P'_{\phi} = (4P_{\phi} - i)/4</math> при 4-битовом квантовании;</li> <li><math>\phi = \pi(2P'_{\phi} + 1)/256</math>, где <math>P'_{\phi} = P_{\phi} - 4i</math> при 8-битовом квантовании.</li> </ul>			

#### 8.11.1.7.6 Формат сообщения MCE\_ACESymbols.ind

Формат MMPL сообщения MCE\_ACESymbols.ind должен быть таким, как показано в таблице 8-14.

**Таблица 8-14 – Формат MMPL сообщения MCE\_ACESymbols.ind**

Поле	Октет	Биты	Описание
Символы ACE	0	[2:0]	В этом поле указывается количество символов ACE, добавляемых в начале полезной нагрузки всех кадров, которым разрешено переносить символы ACE, когда флаг MIMO_IND в PFH установлен в единицу. Его формат должен быть таким, как показано в таблице 7-16 [ITU-T G.9960]. Для передачи MIMO допустимый диапазон значений от 1 до 7 (при передаче MIMO присоединяется по крайней мере один символ ACE, как описано в пункте 7.1.4.4.3)
Зарезервировано		[7:3]	Зарезервировано MCЭ-Т (Прим.)
ПРИМЕЧАНИЕ. – В битах, зарезервированных MCЭ-Т, передатчик должен устанавливать нули, а приемник – игнорировать их.			

#### 8.11.1.7.7 Формат сообщения MCE\_ProbeSlotAssign.cnf

Формат MMPL сообщения MCE\_ProbeSlotAssign.cnf должен быть таким, как показано в таблице 8-15.

**Таблица 8-15 – Формат MMPL сообщения MCE\_ProbeSlotAssign.cnf**

Поле	Октет	Биты	Описание
ID передатчика	0	[7:0]	DEVICE_ID узла, запрашивающего выделение полосы пропускания для передачи кадров PROBE
ID приемника	1	[7:0]	DEVICE_ID приемника, инициировавшего процедуру оценки канала
CE_VMAT_ID	2	[4:0]	В этом поле указывается VMAT_ID, относящийся к динамической VMAT, для оценки которой потребовалась полоса пропускания
Статус запроса		[7:5]	0 – запрос полосы пропускания подтвержден (Прим.) 1 – запрос отклонен 2–7 – зарезервированы MCЭ-Т
ПРИМЕЧАНИЕ. – Выделение полосы пропускания будет указано в MAP с использованием идентификатора передатчика (SID), идентификатора приемника (DID) и индикатора только оценки канала, установленного в расширении атрибутов TXOP (см. пункт 8.8.4.1.1).			

#### 8.11.1.7.8 Формат сообщения MCE\_ProbeSlotRelease.cnf

Формат MMPL сообщения MCE\_ProbeSlotRelease.cnf должен быть таким, как показано в таблице 8-16.

**Таблица 8-16 – Формат MMPL сообщения MCE\_ProbeSlotRelease.cnf**

Поле	Октет	Биты	Описание
ID передатчика	0	[7:0]	DEVICE_ID узла, запрашивающего выделение полосы пропускания для передачи кадров PROBE
ID приемника	1	[7:0]	DEVICE_ID узла приемника в рамках процедуры оценки канала
CE_VMAT_ID	2	[4:0]	В этом поле указывается VMAT_ID, относящийся к динамической VMAT, для которой освобождается полоса пропускания
Статус запроса		[7:5]	0 – запрос подтвержден 1 – запрос отклонен (неизвестный идентификатор VMAT) (Прим.) 2–7 – зарезервированы MCЭ-Т
ПРИМЕЧАНИЕ. – Для процедуры оценки идентифицированного канала полоса пропускания не выделяется. Идентификация выполняется по Transmitter_ID, Receiver_ID, CE_VMAT_ID.			

### 8.11.1.7.9 Формат сообщения MCE\_ParamUpdate.cnf

Формат MMPL сообщения MCE\_ParamUpdate.cnf должен быть таким, как показано в таблице 8-17.

Таблица 8-17 – Формат MMPL сообщения MCE\_ParamUpdate.cnf

Поле	Октет	Биты	Описание
Новый ID ВМАТ	0	[4:0]	В этом поле содержится ВМАТ_ID, указанный в полученном сообщении MCE_ParamUpdate.req
Зарезервировано		[7:5]	Зарезервировано МСЭ-Т (Прим.)
NUM_AVAIL_BMA TS_NO_PREC	1	[3:0]	В этом поле указывается количество доступных динамических ВМАТ (в предположении, что G = 1 и предварительное кодирование отсутствует), которое данный узел (SID) может поддерживать при передаче в целевой узел (DID). ВМАТ, связанная с CE_VMAT_ID, исключается. Допустимые значения от 0 до 12
NUM_AVAIL_BMA TS_PREC		[7:4]	В этом поле указывается количество доступных динамических ВМАТ (в предположении, что G = 1 и PG = 1, а параметры предварительного кодирования представлены 8-битовыми значениями), которое данный узел (SID) может поддерживать при передаче в целевой узел (DID). ВМАТ, связанная с новым ID ВМАТ, исключается. Допустимые значения от 0 до 12
Статус запроса	2	[2:0]	0 – ВМАТ успешно обновлена 1 – обновление отклонено (не осталось ресурсов) 2 – обновление отклонено (новый идентификатор ВМАТ уже существует) 3–7 – зарезервированы МСЭ-Т
Зарезервировано		[7:3]	Зарезервировано МСЭ-Т (Прим.)
ПРИМЕЧАНИЕ. – В битах, зарезервированных МСЭ-Т, передатчик должен устанавливать нули, а приемник – игнорировать их.			

### 8.11.1.7.10 Формат сообщения MCE\_PartialBmatUpdate.cnf

Формат MMPL сообщения MCE\_PartialBmatUpdate.cnf должен быть таким, как показано в таблице 8-18.

Таблица 8-18 – Формат MMPL сообщения MCE\_PartialBmatUpdate.cnf

Поле	Октет	Биты	Описание
CE_VMAT_ID	0	[4:0]	Это поле содержит CE_VMAT_ID, указанный в сообщении MCE_PartialBmatUpdate.req
Зарезервировано		[7:5]	Зарезервировано МСЭ-Т (Прим.)
NUM_AVAIL_BMA TS_NO_PREC	1	[3:0]	В этом поле указывается количество доступных динамических ВМАТ (в предположении, что G = 1 и предварительное кодирование отсутствует), которое данный узел (SID) может поддерживать при передаче в целевой узел (DID). ВМАТ, связанная с CE_VMAT_ID, исключается. Допустимые значения от 0 до 12
NUM_AVAIL_BMA TS_PREC		[7:4]	В этом поле указывается количество доступных динамических ВМАТ (в предположении, что G = 1 и PG = 1, а параметры предварительного кодирования представлены 8-битовыми значениями), которое данный узел (SID) может поддерживать при передаче в целевой узел (DID). ВМАТ, связанная с CE_VMAT_ID, исключается. Допустимые значения от 0 до 12

**Таблица 8-18 – Формат MMPL сообщения MCE\_PartialBmatUpdate.cnf**

Поле	Октет	Биты	Описание
Статус запроса	2	[2:0]	0 – ВМАТ успешно обновлена 1 – обновление отклонено (не осталось ресурсов) 2 – обновление отклонено (O_VMAT_ID не существует) 3 – обновление отклонено (ID N_VMAT уже существует) 4–7 – зарезервированы МСЭ-Т
Зарезервировано		[7:3]	Зарезервировано МСЭ-Т (Прим.)
ПРИМЕЧАНИЕ. В битах, зарезервированных МСЭ-Т, передатчик должен устанавливать нули, а приемник – игнорировать их.			

#### 8.11.1.7.11 Формат сообщения MCE\_Request.ind

Формат MMPL сообщения MCE\_Request.ind должен быть таким, как показано в таблице 8-19.

**Таблица 8-19 – Формат MMPL сообщения MCE\_Request.ind**

Поле	Октет	Биты	Описание
CE_WINDOW_SEL	0	[0]	В этом поле устанавливается значение 1, если передатчик выбрал окно оценки канала. В ином случае в нем устанавливается значение 0.  Если в этом поле установлен ноль, то в полях CE_STIME и CE_ETIME должно быть установлено значение 00 <sub>16</sub> , и эти поля должны игнорироваться приемником
Зарезервировано		[7:1]	Зарезервировано МСЭ-Т (Прим.)
CE_STIME	1	[7:0]	В этом поле указывается время, когда передатчик может начать передачу кадров PROBE, и оно кодируется, как указано в таблице 8-98 [ITU-T G.9961]
CE_ETIME	2	[7:0]	В этом поле указывается время, когда передатчик должен завершить передачу кадров PROBE, и оно кодируется, как указано в таблице 8-99 [ITU-T G.9961]
ПРИМЕЧАНИЕ. – В битах, зарезервированных МСЭ-Т, передатчик должен устанавливать нули, а приемник – игнорировать их.			

#### 8.11.1.7.12 Формат сообщения MCE\_Initiation.req

Формат MMPL сообщения MCE\_Initiation.req должен быть таким, как показано в таблице 8-20.

**Таблица 8-20 – Формат MMPL сообщения MCE\_Initiation.req**

Поле	Октет	Биты	Описание
CE_VMAT_ID	0 и 1	[4:0]	В этом поле указывается VMAT_ID, относящийся к динамической ВМАТ, которая должна быть создана в процессе оценки канала. Его формат должен быть таким, как показано в таблице 7-3
CE_BAT_GRP		[7:5]	В этом поле указывается способ группирования поднесущих ВАТ. Его формат должен быть таким, как показано в таблице 8-7
CE_PR_GRP		[10:8]	В этом поле указывается способ группирования поднесущих предварительного кодирования. Его формат должен быть таким, как показано в таблице 8-8
Зарезервировано		[15:11]	Зарезервировано МСЭ-Т (Прим.)

Таблица 8-20 – Формат MMPL сообщения MCE\_Initiation.req

Поле	Октет	Биты	Описание
CE_STIME	2	[7:0]	В этом поле указывается время, когда передатчик может начать передачу кадров PROBE, и оно кодируется, как указано в таблице 8-98 [ITU-T G.9961]
CE_ETIME	3	[7:0]	В этом поле указывается время, когда передатчик должен завершить передачу кадров PROBE, и оно кодируется, как указано в таблице 8-99 [ITU-T G.9961]
CE_PRB_RQST	4	[0]	В этом поле устанавливается единица, если вместе с подтверждением инициирования оценки канала приемнику требуются кадры PROBE. В ином случае в нем устанавливается ноль
Зарезервировано		[7:1]	Зарезервировано МСЭ-Т (Прим.)
CE_PRB_PARM	5-9	[39:0]	В этом поле указывается набор параметров кадров PROBE. Оно кодируется, как указано в таблице 8-23. Если CE_PRB_RQST установлен в ноль, в этом поле устанавливается значение 000000 <sub>16</sub>
ПРИМЕЧАНИЕ. – В битах, зарезервированных МСЭ-Т, передатчик должен устанавливать нули, а приемник – игнорировать их.			

#### 8.11.1.7.13 Формат сообщения MCE\_Initiation.cnf

Формат MMPL сообщения MCE\_Initiation.cnf должен быть таким, как показано в таблице 8-21.

Таблица 8-21 – Формат MMPL сообщения MCE\_Initiation.cnf

Поле	Октет	Биты	Описание
CE_VMAT_ID	0 и 1	[4:0]	В этом поле указывается VMAT_ID, относящийся к динамической ВАТ, которая должна быть создана в процессе оценки канала. Его формат должен быть таким, как показано в таблице 7-3
CE_BAT_GRP		[7:5]	В этом поле указывается способ группирования поднесущих ВАТ. Его формат должен быть таким, как показано в таблице 8-7
CE_PR_GRP		[10:8]	В этом поле указывается способ группирования поднесущих предварительного кодирования. Его формат должен быть таким, как показано в таблице 8-8
Зарезервировано		[15:11]	Зарезервировано МСЭ-Т (Прим.)
NUM_AVAIL_VMAT_NO_PREC	2	[3:0]	В этом поле указывается количество доступных динамических VMAT (в предположении, что $G = 1$ и предварительное кодирование отсутствует), которое данный узел (SID) может поддерживать при передаче в целевой узел (DID). VMAT, связанная с CE_VMAT_ID, исключается. Допустимые значения от 0 до 12
NUM_AVAIL_VMAT_PREC		[7:4]	В этом поле указывается количество доступных динамических VMAT (в предположении, что $G = 1$ и $PG = 1$ , а параметры предварительного кодирования представлены 8-битовыми значениями), которое данный узел (SID) может поддерживать при передаче в целевой узел (DID). VMAT, связанная с CE_VMAT_ID, исключается. Допустимые значения от 0 до 12

**Таблица 8-21 – Формат MMPL сообщения MCE\_Initiation.cnf**

Поле	Октет	Биты	Описание
Статус запроса	3	[2:0]	0 – инициирование оценки канала подтверждено 1 – отклонено (CE_BMAT_ID действителен и в настоящее время используется) 2 – отклонено (полоса пропускания для передачи кадров PROBE недоступна) 3 – отклонено (подан запрос на полосу пропускания для передачи кадра PROBE) 4 – отклонено (окно оценки канала в настоящее время недоступно) 5–7 – зарезервированы МСЭ-Т (Прим.)
Зарезервировано		[7:3]	Зарезервировано МСЭ-Т (Прим.)
ПРИМЕЧАНИЕ. – В битах, зарезервированных МСЭ-Т, передатчик должен устанавливать нули, а приемник – игнорировать их.			

#### 8.11.1.7.14 Формат сообщения MCE\_ProbeRequest.ind

Формат MMPL сообщения MCE\_ProbeRequest.ind должен быть таким, как показано в таблице 8-22.

**Таблица 8-22 – Формат MMPL сообщения MCE\_ProbeRequest.ind**

Поле	Октет	Биты	Описание
CE_BMAT_ID	0	[4:0]	В этом поле указывается BMAT_ID, относящийся к динамической ВМАТ, которая должна быть создана в процессе оценки канала. Его формат должен быть таким, как показано в таблице 7-3
CE_PRB_DEFAULT_I ND		[5]	Когда в этом поле установлено значение 1, параметры, указанные в этом сообщении (CE_PRB_PARM), принимаемые от целевого узла (DID), заменяют существующие параметры кадров PROBE по умолчанию для этого узла (SID)
Зарезервировано		[7:6]	Зарезервировано МСЭ-Т (Прим.)
CE_PRB_PARM	1–5	[39:0]	См. таблицу 8-23
ПРИМЕЧАНИЕ. В битах, зарезервированных МСЭ-Т, передатчик должен устанавливать нули, а приемник – игнорировать их.			

**Таблица 8-23 – Формат поля CE\_PRB\_PARM**

Поле	Октет	Биты	Описание
CE_PR_PRBTYPE	0	[3:0]	В этом поле указывается значение PRBTYPE, запрашиваемое приемником. Его формат должен быть таким, как показано в таблице 7-8
CE_PR_PRBFN		[7:4]	В этом поле указывается количество кадров PROBE, которые должны отправляться передатчиком при каждом запросе на передачу кадров PROBE. Это поле кодируется, как показано в таблице 8-103 [ITU-T G.9961]. Передатчик может отправить несколько кадров PROBE в пределах одного окна оценки канала

**Таблица 8-23 – Формат поля CE\_PRB\_PARM**

Поле	Октет	Биты	Описание
CE_PR_PRBSYM	1	[3:0]	В этом поле указывается значение PRBSYM, запрашиваемое приемником. Его формат должен быть таким, как показано в таблице 7-41 [ITU-T G.9960]
CE_PR_PRBGI		[6:4]	В этом поле указывается значение PRBGI, запрашиваемое приемником. Его формат должен быть таким, как показано в таблице 7-14 [ITU-T G.9960]
Зарезервировано		[7]	Зарезервировано МСЭ-Т (Прим. 1)
CE_PR_APSD_MAX	2	[4:0]	В этом поле указывается значение APSD_MAX-P, запрашиваемое приемником. Его формат должен быть таким, как показано в пункте 7.1.2.3.2.7.4 (Прим. 3)
CE_PR_APSD_MAX_EXT		[5]	В этом поле указывается значение APSD_MAX_EXT-P, запрашиваемое приемником. Его формат должен быть таким, как показано в пункте 7.1.2.3.2.7.1.7 [ITU-T G.9960] (Прим. 3)
Зарезервировано		[7:6]	Зарезервировано МСЭ-Т (Прим. 1)
PRB_VMAT_ID	3	[4:0]	В этом поле указывается VMAT_ID, указывающий на MAT (предопределенную или динамическую), которая должна использоваться передатчиком кадров PROBE в отражателе портов Tx в том случае, если в поле CE_PR_PRBTYPE запрашивается кадр PROBE оценки канала 2 SS. VMAT_ID, указанный в этом поле, должен быть действительным VMAT_ID. Если в этом поле передается VMAT_ID предопределенной MAT, то допустимыми значениями оценки канала будут 3, 7 и 11.
			Это поле действительно только в том случае, если в поле CE_PR_PRBTYPE запрашивается кадр PROBE оценки канала 2 SS (PRBTYPE = 1000 <sub>2</sub> ). В ином случае в этом поле устанавливается 0, и оно игнорируется приемником
Зарезервировано		[7:5]	Зарезервировано МСЭ-Т (Прим.)
CE_PR_NUM_SILENT_SYM	4	[5:0]	В этом поле указывается количество немых символов, запрашиваемых приемником. Его формат должен быть таким, как показано в пункте 7.1.2.3.2.7.2.3.3. Это поле действительно только в том случае, если в поле CE_PR_PRBTYPE запрашивается кадр PROBE оценки канала 2 SS (PRBTYPE = 1000 <sub>2</sub> ). В ином случае в этом поле устанавливается 0, и оно игнорируется приемником. (Прим. 2)
Зарезервировано		[7:6]	Зарезервировано МСЭ-Т (Прим. 1)
<p>ПРИМЕЧАНИЕ 1. – В битах, зарезервированных МСЭ-Т, передатчик должен устанавливать нули, а приемник – игнорировать их.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Первые символы (CE_PR_PRBSYM - CE_PR_NUM_SILENT_SYM) кадров PROBE оценки канала 2 SS представляют собой нормальные (не немые) символы PROBE.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Приемник должен установить CE_PR_APSD_MAX и CE_PR_APSD_MAX_EXT с учетом ограничений PSD и возможностей передатчика, известных приемнику (см. пункт 7.1.5).</p>			

#### 8.11.1.7.15 Формат сообщения MCE\_Cancellation.req

Формат MMPL сообщения MCE\_Cancellation.req должен быть таким, как показано в таблице 8-24.

Таблица 8-24 – Формат MMPL сообщения MCE\_Cancellation.req

Поле	Октет	Биты	Описание
CE_VMAT_ID	0	[4:0]	В этом поле указывается отмененный идентификатор оценки канала. Его формат должен быть таким, как показано в таблице 7-3
USE_RCM		[5]	Если в поле установлено значение 1, это означает, что передатчик может использовать RCM с параметрами, переданными в полях "новый размер блока", "новая скорость FEC", "ID частотного плана" и "повторения". В ином случае в нем устанавливается ноль
Зарезервировано		[7:6]	Зарезервировано МСЭ-Т (Прим.)
Новый размер блока	1	[1:0]	Когда в поле USE_RCM установлена единица, в этом поле указывается предлагаемое значение BLKSZ, относящееся к RCM. Его формат должен быть таким, как показано в таблице 7-7 [ITU-T G.9960]. В ином случае в нем должно быть установлено значение 00 <sub>2</sub>
Новая скорость FEC		[4:2]	Когда в поле USE_RCM установлена единица, в этом поле указывается предлагаемое значение FEC_RATE, относящееся к RCM. Его формат должен быть таким, как показано в таблице 7-12 [ITU-T G.9960]. В ином случае в нем должно быть установлено значение 000 <sub>2</sub>
Частотный план <del>OFB</del> ID		[7:5]	Когда в поле USE_RCM установлена единица, в этом поле указывается значение <del>BNDPL</del> <del>OFB</del> , на основе которого предлагаются параметры RCM. Его формат должен быть таким, как показано в таблице 7-11 [ITU-T G.9960]. В ином случае в нем должно быть установлено значение 000 <sub>2</sub>
Повторения	2	[2:0]	Когда в поле USE_RCM установлена единица, в этом поле указывается предлагаемое количество повторений, относящихся к RCM. Его формат должен быть таким, как показано в таблице 7-9 [ITU-T G.9960]. В ином случае в нем должно быть установлено значение 000 <sub>2</sub>
RCM_BAT_ID		[3]	Когда в поле USE_RCM установлена единица, в этом поле указывается предопределенная BAT, относящаяся к RCM. В нем устанавливаются следующие значения: 0 – если используется предопределенная BAT типа 1; 1 – если используется предопределенная BAT типа 2
Зарезервировано		[7:4]	Зарезервировано МСЭ-Т (Прим.)
RCM_GI_ID	3	[2:0]	Когда в поле USE_RCM установлена единица, в этом поле указывается значение GI_ID, относящееся к RCM. Его формат должен быть таким, как показано в таблице 7-14 [ITU-T G.9960]
Зарезервировано		[7:3]	Зарезервировано МСЭ-Т (Прим.)
ПРИМЕЧАНИЕ. – В битах, зарезервированных МСЭ-Т, передатчик должен устанавливать нули, а приемник – игнорировать их.			

#### 8.11.1.7.16 Формат сообщения MCE\_VmatIdMaintain.ind

Формат MMPL сообщения MCE\_VmatIdMaintain.ind должен быть таким, как показано в таблице 8-25.

Таблица 8-25 – Формат MMPL сообщения MCE\_BmatIdMaintain.ind

Поле	Октет	Биты	Описание
VALID_BMAT_ID	0 и 1	[15:0]	Это поле содержит битовую карту, указывающую, какие динамические ВМАТ действительны для данного узла (SID) при их получении от целевого узла (DID). Каждый бит соответствует одной динамической ВМАТ. Бит 0 поля VALID_BMAT_ID устанавливается, если действителен динамический ВМАТ_ID с идентификатором 16. Бит 11 поля VALID_BMAT_ID устанавливается, если действителен динамический ВМАТ_ID с идентификатором 27
NUM_TX_AVAIL_BMAT_NO_PREC	2	[3:0]	Это поле указывает количество доступных динамических ВМАТ (в предположении, что G = 1 и предварительное кодирование отсутствует), которое данный узел (SID) может поддерживать при передаче в целевой узел (DID). Допустимые значения от 0 до 12
NUM_TX_AVAIL_BMAT_PREC		[7:4]	Это поле указывает количество доступных динамических ВМАТ (в предположении, что G = 1 и PG = 1, а параметры предварительного кодирования представлены 8-битовыми значениями), которое данный узел (SID) может поддерживать при передаче в целевой узел (DID). Допустимые значения от 0 до 12
Новый размер блока	3	[1:0]	В этом поле указывается предлагаемое значение BLKSZ, относящееся к RCM, если доступная динамическая ВМАТ отсутствует (Прим. 2). Его формат должен быть таким, как указано в таблице 7-7 [ITU-T G.9960]. В ином случае в нем должно быть установлено значение 0
Новая скорость FEC		[4:2]	В этом поле указывается предлагаемое значение FEC_RATE, относящееся к RCM, если доступная динамическая ВМАТ отсутствует (Прим. 2). Его формат должен быть таким, как указано в таблице 7-12 [ITU-T G.9960]. В ином случае в нем должно быть установлено значение 0
Частотный план <u>OFB</u> ID		[7:5]	В этом поле указывается значение <u>BNDPL OFB</u> , на основе которого предлагаются параметры RCM, если доступная динамическая ВМАТ отсутствует (Прим. 2). Его формат должен быть таким, как указано в таблице 7-11 [ITU-T G.9960]. В ином случае в нем должно быть установлено значение 0
Повторения	4	[2:0]	В этом поле указывается предлагаемое значение количества повторений, относящееся к RCM, если доступная динамическая ВМАТ отсутствует (Прим. 2). Его формат должен быть таким, как указано в таблице 7-9 [ITU-T G.9960]. В ином случае в нем должно быть установлено значение 0
RCM_BAT_ID		[3]	В этом поле указывается предварительно определенная ВМАТ, относящаяся к RCM, если доступная динамическая ВМАТ отсутствует (Прим. 2). В нем устанавливаются следующие значения: 0 – если используется предопределенная ВМАТ типа 1; 1 – если используется предопределенная ВМАТ типа 2
Зарезервировано		[7:4]	Зарезервировано МСЭ-Т (Прим. 1)

**Таблица 8-25 – Формат MMPL сообщения MCE\_VmatIdMaintain.ind**

Поле	Октет	Биты	Описание
RCM_GI_ID	5	[2:0]	В этом поле указывается значение GI_ID, относящееся к RCM, если доступная динамическая ВАТ отсутствует (Прим. 2). Его формат должен быть таким, как указано в таблице 7-14 [ITU-T G.9960]
Зарезервировано		[7:3]	Зарезервировано МСЭ-Т (Прим. 1)
ПРИМЕЧАНИЕ 1. – В битах, зарезервированных МСЭ-Т, передатчик должен устанавливать нули, а приемник – игнорировать их. ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Динамическая ВАТ может быть доступна только в определенные периоды времени (см. таблицу 8-93).			

### 8.11.1.7.17 Формат сообщения MCE\_Cancellation.cnf

Формат MMPL сообщения MCE\_Cancellation.cnf должен быть таким, как показано в таблице 8-26.

**Таблица 8-26 – Формат MMPL сообщения MCE\_Cancellation.cnf**

Поле	Октет	Биты	Описание
CE_VMAT_ID	0	[4:0]	В этом поле содержится VMAT_ID, указанный в полученном сообщении MCE_Cancellation.req
Статус запроса		[7:5]	0 – оценка канала успешно отменена 1 – текущая оценка канала для этого CE_VMAT_ID отсутствует 2–7 – зарезервированы МСЭ-Т (Прим.)
ПРИМЕЧАНИЕ. – В битах, зарезервированных МСЭ-Т, передатчик должен устанавливать нули, а приемник – игнорировать их.			

## 8.12 Управление установлением соединений

См. пункт 8.12 [ITU-T G.9961].

## 8.13 Лавинная рассылка сообщений

См. пункт 8.13 [ITU-T G.9961].

## 8.14 Работа в присутствии соседних доменов – координация распределенного домена (NDIM)

См. пункт 8.14 [ITU-T G.9961].

## 8.15 Существование с чужими линиями электропередачи

См. пункт 8.15 [ITU-T G.9961].

## 8.16 Протокол многоадресной привязки RHY

Для случая одного SS определена многоадресная привязка RHY. При передаче в многоадресную группу RHY (см. Примечание в таблице 7-1) передатчик может использовать любую из следующих двух схем:

- передача МСЭ-Т G.9960;
- передача ММО с полезной нагрузкой, созданной как один SS.

Передачи в многоадресную группу RHY с использованием двух пространственных потоков (то есть режимы ММО 0, 1 и 2) подлежат дальнейшему изучению.

См. пункт 8.16 [ITU-T G.9961].

## **8.17 Многоадресный поток DLL**

См. пункт 8.17 [ITU-T G.9961].

## **8.18 Функциональная совместимость частотных планов**

См. пункт 8.18 [ITU-T G.9961].

## **8.19 Управление версиями Обмен информацией и сведениями о функциональных возможностях узлов**

См. пункт 8.19 [ITU-T G.9961].

## **8.20 Получение показателей**

См. пункт 8.20 [ITU-T G.9961].

## **8.21 Работа в энергосберегающих режимах**

См. пункт 8.21 [ITU-T G.9961].

## **8.22 Протокол настройки и управления уровня 2 (LCMP)**

См. пункт 8.22 [ITU-T G.9961].

## **8.23 MIMO-передача**

Как указано в предыдущих пунктах, приемопередатчик MIMO должен обеспечивать передачу с использованием следующих двух схем:

- передача МСЭ-Т G.9960 на основе эталонных моделей и формата кадров РНУ, определенных в [ITU-T G.9960];
- MIMO-передача на основе эталонных моделей и формата кадров РНУ, определенных в [ITU-T G.9963].

В следующих подразделах рассматривается только передача MIMO и описываются различные режимы работы в двух вариантах MIMO-передачи – когда полезная нагрузка создается как один пространственный поток (SS) и когда полезная нагрузка создается как два SS.

### **8.23.1 MIMO-передача, когда полезная нагрузка создается как один пространственный поток**

MIMO-передача с полезной нагрузкой, созданной как один SS (случаи 4b, 5, 6, 7 в таблице 7-1), может выполняться с использованием либо предопределенных, либо динамических ВМТ. Эти передачи выполняются с использованием схемы передачи MIMO с одним пространственным потоком, как описано в пункте 7.1.2.1, и ТРМ #1, как определено в пункте 7.1.4.4.1.2.

### **8.23.2 MIMO-передача, когда полезная нагрузка создается как два пространственных потока**

MIMO-передача с полезной нагрузкой, созданной в виде двух SS, может выполняться одним из двух способов – либо с использованием предопределенных ВМТ (в которых используются предопределенная ВМТ и предопределенное отображение портов Тх), либо с использованием динамической ВМТ, как описано в пункте 7.1.2.3.2.2.8.

Различные варианты MIMO-передачи с полезной нагрузкой, созданной в виде двух SS, с использованием предопределенной ВМТ описаны в таблице 7-3 пункта 7.1.2.3.2.2.8. В их числе:

- передачи через один порт с ТРМ #3 (для передачи через порт Тх 1) или ТРМ #4 (для передачи через порт Тх 2), с ВМТ\_ID 0–7;
- передачи через два порта Тх с ТРМ #0, ВМТ\_ID 8–11.

MIMO-передача с полезной нагрузкой, созданной в виде двух SS, с использованием динамической ВМТ выполняется с применением одного из трех режимов работы, описанных ниже. Эти режимы работы определяют параметры передачи, используемые для генерирования передаваемого сигнала. Эти режимы относятся не к конкретной поднесущей, а ко всему набору поднесущих. В двух из указанных режимов требуется обратная связь от приемника к передатчику, поэтому они называются

режимами "замкнутый контур", а в одном режиме такая обратная связь не требуется, поэтому он называется режим "разомкнутый контур".

Определены следующие режимы работы.

1) Режим 0:

- разомкнутый контур;
- отображение порта Tx: в этом случае предварительное кодирование не применяется. Для поднесущих с битами из закодированного блока полезной нагрузки или из LFSR, загруженного в два SS:
  - если в обеих ВАТ для обоих пространственных потоков используются значения в диапазоне от 0 до 12, применяется ТРМ #0;
  - если в ВАТ для SS 1 используется специальное значение 15, применяется ТРМ #4;
  - если в ВАТ для SS 2 используется специальное значение 15, применяется ТРМ #3.

2) Режим 1:

- замкнутый цикл;
- отображение порта Tx: для поднесущих с битами из закодированного блока полезной нагрузки или из LFSR, загруженного в два SS:
  - если в обеих ВАТ для обоих пространственных потоков используются значения в диапазоне от 0 до 12, применяется ТРМ #5;
  - если в ВАТ для SS 1 используется специальное значение 15, применяется ТРМ #7;
  - если в ВАТ для SS 2 используется специальное значение 15, применяется ТРМ #6.

3) Режим 2:

- замкнутый цикл;
- отображение порта Tx: для поднесущих с битами из закодированного блока полезной нагрузки или из LFSR, загруженного в два SS:
  - если в обеих ВАТ для обоих пространственных потоков используются значения в диапазоне от 0 до 12, применяется ТРМ #5;
  - если в ВАТ для SS 1 используется специальное значение 15, применяется ТРМ #4;
  - если в ВАТ для SS 2 используется специальное значение 15, применяется ТРМ #3.

Режим работы, связанный с конкретным ВМАТ\_ID, указывается в поле "индикатор режима ММО" в сообщении MCE\_ParamUpdate.req (см. таблицу 8-6).

Для всех этих режимов ВАТ используются для кодирования информации порта Tx каждой поднесущей, описанной выше, в трех режимах работы, как указано в следующей таблице.

**Таблица 8-27 – Матрица отображения портов Tx для конкретной поднесущей**

Кодирование битовой загрузки в ВАТ		Режим ММО		
Пространственный поток 1	Пространственный поток 2	Режим 0	Режим 1	Режим 2
$0 \leq x1 \leq 12$	$0 \leq x2 \leq 12$	ТРМ #0	ТРМ #5	ТРМ #5
15	$0 \leq x2 \leq 12$	ТРМ #4	ТРМ #7	ТРМ #4
$0 \leq x1 \leq 12$	15	ТРМ #3	ТРМ #6	ТРМ #3
ПРИМЕЧАНИЕ. – Комбинации $x1$ и $x2$ , не указанные в таблице, недействительны.				

Режим работы определяется приемником. Этот режим связан с конкретным ВМАТ\_ID.

При работе в режиме 0 приемник отправляет передатчику сообщение MCE\_ParamUpdate.req или MCE\_PartialVmatUpdate.req (в рамках процедуры оценки канала, см. пункт 8.11.1) со следующими параметрами:

- "индикатор режима ММО" (содержится только в сообщении MCE\_ParamUpdate.req);

- ВАР для двух SS;
- способ группирования ВАР (G).

При работе в режиме 1 или режиме 2 приемник отправляет передатчику сообщение MCE\_ParamUpdate.req или MCE\_PartialVmatUpdate.req со следующими параметрами в дополнение к параметрам, упомянутым выше для режима 0:

- углы предварительного кодирования;
- способ группирования в процессе предварительного кодирования (PG).

#### **8.24 Последовательное сжатие полей сообщений управления**

См. пункт 8.23 [ITU-T G.9961].

#### **8.25 Сжатие полезной нагрузки в сообщениях управления**

См. пункт 8.24 [ITU-T G.9961].

#### **8.26 Пул TLV**

См. пункт 8.25 [ITU-T G.9961].

### **9 Безопасность**

См. пункт 9 [ITU-T G.9961].

## **Приложение А**

### **Региональные требования для Северной Америки**

(Данное Приложение является неотъемлемой частью настоящей Рекомендации.)

См. Приложение А к [ITU-T G.9960].

## **Приложение В**

(Данное Приложение является неотъемлемой частью настоящей Рекомендации.)

См. Приложение В к [ITU-T G.9960].

ПРИМЕЧАНИЕ. – Приложение В к [ITU-T G.9960] намеренно оставлено пустым.

## **Приложение С**

### **Региональные требования для Японии**

(Данное Приложение является неотъемлемой частью настоящей Рекомендации.)

См. Приложение С к [ITU-T G.9960].

## **Приложение D**

### **Международные радилюбительские диапазоны**

(Данное Приложение является неотъемлемой частью настоящей Рекомендации.)

См. Приложение D к [ITU-T G.9964].

## **Приложение E**

### **Влияние МСЭ-Т G.9960 на службу VDSL2**

(Данное Приложение является неотъемлемой частью настоящей Рекомендации.)

См. Приложение E к [ITU-T G.9964].

## **Приложение F**

(Данное Приложение намеренно оставлено пустым.)

## **Приложение G**

### **Тестовые векторы**

(Данное Приложение является неотъемлемой частью настоящей Рекомендации.)

См. Приложение G к [ITU-T G.9960].

ПРИМЕЧАНИЕ. – Тестовые векторы для профиля 2 OFB подлежат дальнейшему изучению.

## **Приложение H**

### **Подуровень конвергенции протоколов прикладного уровня**

(Данное Приложение является неотъемлемой частью настоящей Рекомендации.)

См. Приложение A к [ITU-T G.9961].

## **Приложение I**

### **Совместимость между передачами OFB профиля 1 и профиля 2**

(Данное Приложение является неотъемлемой частью настоящей Рекомендации.)

См. Приложение J к [ITU-T G.9960].

## **Приложение J**

### **Управление доступом к сети на основе портов IEEE 802.1X**

(Данное Приложение является неотъемлемой частью настоящей Рекомендации.)

См. Приложение D к [ITU-T G.9961].

## **Приложение K к Приложению W**

(Приложения K–W намеренно оставлены пустыми.)

## **Приложение X**

### **Тестовые векторы**

(Данное Приложение является неотъемлемой частью настоящей Рекомендации.)

См. Приложение X к [ITU-T G.9961].



## СЕРИИ РЕКОМЕНДАЦИЙ МСЭ-Т

Серия А	Организация работы МСЭ-Т
Серия D	Принципы тарификации и учета и экономические и стратегические вопросы международной электросвязи/ИКТ
Серия E	Общая эксплуатация сети, телефонная служба, функционирование служб и человеческие факторы
Серия F	Нетелефонные службы электросвязи
<b>Серия G</b>	<b>Системы и среда передачи, цифровые системы и сети</b>
Серия H	Аудиовизуальные и мультимедийные системы
Серия I	Цифровая сеть с интеграцией служб
Серия J	Кабельные сети и передача сигналов телевизионных и звуковых программ и других мультимедийных сигналов
Серия K	Защита от помех
Серия L	Окружающая среда и ИКТ, изменение климата, электронные отходы, энергоэффективность; конструкция, прокладка и защита кабелей и других элементов линейно-кабельных сооружений
Серия M	Управление электросвязью, включая СУЭ и техническое обслуживание сетей
Серия N	Техническое обслуживание: международные каналы передачи звуковых и телевизионных программ
Серия O	Требования к измерительной аппаратуре
Серия P	Качество телефонной передачи, телефонные установки, сети местных линий
Серия Q	Коммутация и сигнализация, а также соответствующие измерения и испытания
Серия R	Телеграфная передача
Серия S	Оконечное оборудование для телеграфных служб
Серия T	Оконечное оборудование для телематических служб
Серия U	Телеграфная коммутация
Серия V	Передача данных по телефонной сети
Серия X	Сети передачи данных, взаимосвязь открытых систем и безопасность
Серия Y	Глобальная информационная инфраструктура, аспекты межсетевого протокола, сети последующих поколений, интернет вещей и "умные" города
Серия Z	Языки и общие аспекты программного обеспечения для систем электросвязи