

МСЭ-Т

СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ МСЭ

G.709/Y.1331

(03/2003)

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

Цифровое оконечное оборудование –
Общие положения

СЕРИЯ Y: ГЛОБАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ
ИНФРАСТРУКТУРА, АСПЕКТЫ МЕЖСЕТЕВОГО
ПРОТОКОЛА И СЕТИ СЛЕДУЮЩИХ ПОКОЛЕНИЙ

Аспекты межсетевого протокола – Транспортирование

Интерфейсы оптической транспортной сети (OTN)

Рекомендация МСЭ-Т G.709/Y.1331

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

МЕЖДУНАРОДНЫЕ ТЕЛЕФОННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ И КАНАЛЫ	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 ПО РАДИОРЕЛЕЙНЫМ ИЛИ СПУТНИКОВЫМ ЛИНИЯМ И ИХ СОЕДИНЕНИЕ С МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ ЛИНИЯМИ	G.400–G.449
КООРДИНАЦИЯ РАДИОТЕЛЕФОНИИ И ПРОВОДНОЙ ТЕЛЕФОНИИ	G.450–G.499
ИСПЫТАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	G.500–G.599
ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДЫ ПЕРЕДАЧИ	G.600–G.699
ЦИФРОВОЕ ОКОНЕЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	G.700–G.799
Общие положения	G.700–G.709
Кодирование аналоговых сигналов методом импульсно-кодовой модуляции	G.710–G.719
Кодирование аналоговых сигналов методами, отличными от ИКМ	G.720–G.729
Основные характеристики оборудования первичного мультиплексирования	G.730–G.739
Основные характеристики оборудования мультиплексирования второго порядка	G.740–G.749
Основные характеристики оборудования мультиплексирования более высокого порядка	G.750–G.759
Основные характеристики оборудования транскодера и цифрового мультиплексирования	G.760–G.769
Особенности эксплуатации, управления и технического обслуживания передающего оборудования	G.770–G.779
Основные характеристики оборудования мультиплексирования для синхронной цифровой иерархии	G.780–G.789
Другое оконечное оборудование	G.790–G.799
ЦИФРОВЫЕ СЕТИ	G.800–G.899
ЦИФРОВЫЕ УЧАСТКИ И СИСТЕМА ЦИФРОВЫХ ЛИНИЙ	G.900–G.999
КАЧЕСТВО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	G.1000–G.1999
ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДЫ ПЕРЕДАЧИ	G.6000–G.6999
ЦИФРОВОЕ ОКОНЕЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	G.7000–G.7999
ЦИФРОВЫЕ СЕТИ	G.8000–G.8999

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

Интерфейсы оптической транспортной сети (OTN)

Резюме

В настоящей Рекомендации определяются требования к оптическому транспортному модулю с сигналами порядка n (OTM- n) оптической транспортной сети, касающиеся:

- оптической транспортной иерархии (OTH);
- функциональности служебной нагрузки при обеспечении работы многоволновых оптических сетей;
- структур кадров;
- скоростей передачи битов;
- форматов отображения сигналов клиента.

В первую редакцию настоящей Рекомендации включен текст Поправки 1 (виртуальная конкатенация сигналов блока ODUk, мультиплексирование ODUk, сигнал IAE, передаваемый в обратном направлении), расширенная спецификация физического интерфейса, определение сигнала ODUk APS/PCC и различные редакционные правки.

Источник

Рекомендация МСЭ-Т G.709/Y.1331 была утверждена 16 марта 2003 года 15-й Исследовательской комиссией МСЭ-Т (2001–2004 гг.) в соответствии с процедурой, изложенной в Рекомендации МСЭ-Т A.8. В этот текст включена Поправка 1 G.709/Y.1331 (2003), утвержденная 14 декабря 2003 года.

История документа

Издание	Примечания
1.0 am1	Ноябрь 2001 г. – Поправка 1 касается IAE обратного направления, виртуальной конкатенации блока ODUk (раздел 18) и мультиплексирования ODUk (раздел 19)
1.0	Первоначальная версия, февраль 2001 г.
2.0	Март 2003 г. – Вторая версия включает в себя Поправку 1 G.709 (2001 г.), расширенную спецификацию физических параметров для OTM-0.2 и OTM-0.3 (разделы 2 и 9.1), определение сигнала APS/PCC блока ODUk (п. 15.8.2.4), несколько редакционных правок (пп. 6.1, 15.7.2.1.2, 15.8.2.1.2, 15.8.2.2.2, 19.2.1, 19.2.2, 19.2.3, 19.3.1, 19.3.2, 19.3.3) и объединенные Добавления I и V.
2.1	Декабрь 2003 г. – Добавлена Поправка 1, касающаяся области применения канала APS/PCC блока ODUk

Ключевые слова

Интерфейс сетевого узла, оптическая транспортная иерархия, оптический транспортный модуль, оптическая транспортная сеть, интерфейс пользователь–сеть.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Международный союз электросвязи (МСЭ) является специализированным учреждением Организации Объединенных Наций в области электросвязи. 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 с целью стандартизации электросвязи на всемирной основе.

Всемирная ассамблея по стандартизации электросвязи (ВАСЭ), которая проводится каждые четыре года, определяет 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.

Соответствие положениям данной Рекомендации является добровольным делом. Однако в Рекомендации могут содержаться определенные обязательные положения (для обеспечения, например, возможности взаимодействия или применимости), и тогда соответствие данной Рекомендации достигается в том случае, если выполняются все эти обязательные положения. Для выражения требований используются слова "shall" ("следует", "обязан") или некоторые другие обязывающие термины, такие как "must" ("должен"), а также их отрицательные эквиваленты. Использование таких слов не предполагает, что соответствие данной Рекомендации требуется от каждой стороны.

ПРАВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

МСЭ обращает внимание на то, что практическое применение или реализация этой Рекомендации может включать использование заявленного права интеллектуальной собственности. МСЭ не занимает какую бы то ни было позицию относительно подтверждения, обоснованности или применимости заявленных прав интеллектуальной собственности, независимо от того, отстаиваются ли они членами МСЭ или другими сторонами вне процесса подготовки Рекомендации.

На момент утверждения настоящей Рекомендации МСЭ [получил/не получил] извещение об интеллектуальной собственности, защищенной патентами, которые могут потребоваться для реализации этой Рекомендации. Однако те, кто будет применять Рекомендацию, должны иметь в виду, что это может не отражать самую последнюю информацию, и поэтому им настоятельно рекомендуется обращаться к патентной базе данных БСЭ.

© ITU 2005

Все права сохранены. Никакая часть данной публикации не может быть воспроизведена с помощью каких-либо средств без письменного разрешения МСЭ.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 Область применения	1
2 Ссылки	1
3 Термины и определения	2
4 Сокращения	6
5 Соглашения.....	9
6 Структура интерфейса оптической транспортной сети	9
6.1 Базовая структура сигналов.....	10
6.2 Структура информации для интерфейсов OTN	11
7 Принципы мультиплексирования/отображения и скорости передачи битов.....	13
7.1 Отображение	15
7.2 Мультиплексирование с разделением по длинам волн.....	15
7.3 Скорости передачи битов и пропускная способность.....	15
7.4 Мультиплексирование с разделением времени в блоке ODUk	16
8 Оптический транспортный модуль (OTM-n.m, OTM-nr.m, OTM-0.m).....	18
8.1 OTM с ограниченной функциональностью (OTM-0.m, OTM-nr.m)	18
8.2 OTM с полной функциональностью (OTM-n.m)	20
9 Физические параметры интерфейса ONNI	23
9.1 OTM-0.m	23
9.2 OTM-16r.m.....	23
9.3 OTM-n.m	23
10 Оптический канал (OCh)	23
10.1 OCh с полной функциональностью (OCh)	23
10.2 OCh с ограниченной функциональностью (OChr).....	23
11 Транспортный блок оптического канала (OTU).....	24
11.1 Кадровая структура блока OTUk	24
11.2 Скремблирование.....	25
12 Блок данных оптического канала (ODUk)	25
12.1 Кадровая структура блока ODUk	25
13 Блок полезной нагрузки оптического канала (OPUk).....	26
14 Сигнал служебной нагрузки модуля OTM (OOS).....	27
15 Описание служебной нагрузки	27
15.1 Типы служебной нагрузки	29
15.2 Определение идентификатора следа трассы и идентификатора пункта доступа.....	30
15.3 Описание служебной нагрузки OTS OH.....	32
15.4 Описание служебной нагрузки OMS OH	33
15.5 Описание служебной нагрузки OCh OH.....	33
15.6 Описание служебной нагрузки покадрового выравнивания блоков OTUk/ODUk	34

	Стр.
15.7	Описание служебной нагрузки OTUk OH..... 35
15.8	Описание служебной нагрузки ODUk OH 39
15.9	Описание служебной нагрузки OPUk OH 51
16	Сигналы технического обслуживания 53
16.1	Сигналы технического обслуживания OTS 53
16.2	Сигналы технического обслуживания OMS 53
16.3	Сигналы технического обслуживания OCh 53
16.4	Сигналы технического обслуживания OTUk..... 54
16.5	Сигналы технического обслуживания ODUk 54
16.6	Сигнал технического обслуживания клиента 56
17	Отображение сигналов клиента 57
17.1	Отображение сигналов CBR2G5, CBR10G и CBR40G (например, сигналов STM-16/64/256) в блок OPUk 57
17.2	Отображение потока ячеек ATM в блок OPUk..... 60
17.3	Отображение кадров процедуры GFP в блок OPUk..... 61
17.4	Отображение тестового сигнала в блок OPUk..... 62
17.5	Отображение битового потока, не характерного для клиента, в блок OPUk.... 63
17.6	Отображение других сигналов с постоянной битовой скоростью и с настройкой на OPUk..... 64
18	Конкатенация..... 64
18.1	Виртуальная конкатенация сигналов блока OPUk 64
18.2	Отображение сигналов клиента 69
18.3	Схема LCAS при виртуальной конкатенации 77
19	Отображение сигналов блока ODUk в сигнал ODTUjk..... 78
19.1	Определение компонентных интервалов блока OPUk..... 78
19.2	Определение блока ODTUjk 82
19.3	Мультиплексирование сигналов блока ODTUjk в OPUk..... 82
19.4	Служебная нагрузка мультиплексирования блока OPUk 86
19.5	Отображение ODUj в ODTUjk 89
Приложение А – Прямое исправление ошибок с использованием 16-байтовых кодеков RS(255,239) с чередованием..... 94	
Добавление I – Диапазон коэффициентов заполнения при асинхронных отображениях сигналов клиентов CBR2G5, CBR10G и CBR40G при допуске $\pm 20 \cdot 10^{-6}$ на скорость передачи битов в блоке OPUk и при асинхронном мультиплексировании блока ODUj в блок ODUk ($k > j$) 96	
Добавление II – Примеры функционально стандартизированных кадровых структур блока OTU 101	
Добавление III – Пример мультиплексирования блока ODUk..... 104	
Добавление IV – Пример фиксированного заполнения в блоке OPUk с мультиплексированием сигналов блока ODUk низшего порядка 105	
Добавление V – Диапазоны коэффициентов заполнения при асинхронном мультиплексировании блока ODUj в ODUk ($k > j$)..... 105	

Интерфейсы оптической транспортной сети (OTN)

1 Область применения

Оптическая транспортная иерархия (ОТН) обеспечивает работу и управление оптическими сетями различных архитектур, таких как пункт–пункт, кольцевая и смешанная.

В настоящей Рекомендации определяются интерфейсы оптической транспортной сети, используемые внутри и между подсетями оптической сети, касающиеся:

- оптической транспортной иерархии (ОТН);
- функциональности служебной нагрузки при обеспечении работы многоволновых оптических сетей;
- структур кадров;
- скоростей передачи битов;
- форматов отображения сигналов клиента.

Интерфейсы, определяемые в настоящей Рекомендации, могут быть использованы в качестве сетевых интерфейсов пользователь–сеть (UNI) и интерфейсов сетевых узлов (NNI) оптической транспортной сети. Известно, что элементы интерфейса, используемого в оптических подсетях, зависят от технологии оптических сетей и изменяются по мере развития оптической техники. Поэтому аспекты интерфейсов, определяемые оптической техникой (для поперечной совместимости), не определены для этих интерфейсов с учетом технологических изменений в будущем. Определена функциональность служебной нагрузки для эксплуатации и управления оптическими подсетями.

2 Ссылки

Нижеследующие Рекомендации МСЭ-Т и другие 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 источники являются предметом пересмотра, поэтому всем пользователям данной Рекомендации предлагается рассмотреть возможность применения последнего издания Рекомендаций и других ссылок, перечисленных ниже. Перечень действующих на настоящий момент Рекомендаций МСЭ-Т публикуется регулярно. Ссылка на документ, приведенный в настоящей Рекомендации, не придает ему как отдельному документу статус Рекомендации.

- ITU-T Recommendation G.652 (2003), *Characteristics of a single-mode optical fibre cable*.
- ITU-T Recommendation G.653 (2003), *Characteristics of a dispersion-shifted single-mode optical fibre cable*.
- ITU-T Recommendation G.655 (2003), *Characteristics of a non-zero dispersion-shifted single-mode optical fibre cable*.
- ITU-T Recommendation G.693 (2001), *Optical interfaces for intra-office systems*.
- ITU-T Recommendation G.707/Y.1322 (2003), *Network node interface for the synchronous digital hierarchy (SDH)*.
- ITU-T Recommendation G.805 (2000), *Generic functional architecture of transport networks*.
- ITU-T Recommendation G.806 (2000), *Characteristics of transport equipment – Description methodology and generic functionality*.
- ITU-T Recommendation G.872 (2001), *Architecture of optical transport networks*.

- ITU-T Recommendation G.873.1 (2003), *Optical Transport Network: Linear protection*.
- ITU-T Recommendation G.959.1 (2003), *Optical transport network physical layer interfaces*.
- ITU-T Recommendation G.7041/Y.1303 (2003), *Generic framing procedure (GFP)*.
- ITU-T Recommendation I.432.1 (1999), *B-ISDN user-network interface – Physical layer specification: General characteristics*.
- ITU-T Recommendation M.1400 (2001), *Designations for interconnections among operators' networks*.
- ITU-T Recommendation M.3100 (1995)/Amd.3 (2001), *Generic network information model – Amendment 3: Definition of the management interface for a generic alarm reporting control (ARC) feature*.
- ITU-T Recommendation O.150 (1996), *General requirements for instrumentation for performance measurements on digital transmission equipment*.
- ITU-T Recommendation G.7042/Y.1305 (2001), *Link capacity adjustment scheme (LCAS) for virtual concatenated signals*.

3 Термины и определения

В настоящей Рекомендации используются термины, определения которых даны в Рекомендации МСЭ-Т G.707/Y.1322:

- a) **ВР-Х**
- b) **Интерфейс сетевого узла**

В настоящей Рекомендации используются термины, определения которых даны в Рекомендации МСЭ-Т G.805:

- a) **Адаптированная информация (AI)**
- b) **Характеристическая информация (CI)**
- c) **Сеть**
- d) **Подсеть**

В настоящей Рекомендации используются термины, определения которых даны в Рекомендации МСЭ-Т G.872:

- a) **Внутридоменный интерфейс (IaDI)**
- b) **Междоменный интерфейс (IrDI)**
- c) **Оптическая транспортная сеть (OTN)**
- d) **Участок мультиплексирования оптического сигнала (OMS)**
- e) **Участок передачи оптического сигнала (OTS)**

В настоящей Рекомендации даны определения следующим терминам:

3.1 оптический транспортный модуль (OTM-n[r].m): Модуль OTM представляет собой информационную структуру, которая транспортируется через интерфейс ONNI. Индексы n и m указывают число обеспечиваемых длин волн и скоростей передачи битов через интерфейс, как указано ниже. Определены две структуры модулей OTM:

3.1.1 модуль OTM с полной функциональностью (OTM-n.m): Модуль OTM-n.m содержит до n мультиплексированных оптических каналов и сигнал служебной нагрузки модуля OTM для поддержки неприсоединенной служебной нагрузки.

Он представляет собой информационную структуру, используемую для поддержки межуровневых соединений участка передачи оптического сигнала (OTS) в сети OTN. Характеристическая информация об уровне участка передачи оптического сигнала (OTS_CI) состоит из информационной полезной нагрузки (OTS_CI_PLD) и информационных полей служебной нагрузки участка передачи оптического сигнала (OTS_CI_OH). Информационные поля служебной нагрузки участка передачи оптического

сигнала (OTS_ОН) содержатся в информационной структуре сигнала (OOS) служебной нагрузки модуля OTM. Порядок модуля OTM-n определяется порядком поддерживаемого им блока OMU-n.

3.1.2 модуль OTM с ограниченной функциональностью (OTM-0.m, OTM-nr.m): Модуль OTM-0 имеет один оптический канал, которому не присвоен цвет. В модуле OTM-nr.m имеется до n мультиплексированных оптических каналов. Неприсоединенная служебная нагрузка не обеспечивается.

Модуль OTM-nr.m/OTM-0 представляет собой информационную структуру, используемую для поддержки межуровневых соединений оптического физического участка (OPS) в сети OTN. Характеристическая информация об уровне оптического физического участка (OPS_CI) содержит информационную полезную нагрузку (OPS_CI_PLD). Неприсоединенная служебная нагрузка не поддерживается. Порядок модуля OTM-nr определяется порядком поддерживаемой им группы OCG-nr.

Следует заметить, что в первой версии настоящей Рекомендации все стандартизированные интерфейсы IrDI являются интерфейсами с ограниченной функциональностью. Определены модули OTM-0 и OTM-16r.

3.2 n: Индекс "n" обозначает порядок OTM, OTS, OMS, OPS, OCG, OMU. Значение n указывает максимальное число длин волн, которые могут обеспечиваться при наименьшей скорости передачи битов, обеспечиваемой на данной длине волны. Возможно, что обеспечивается меньшее число длин волн с большей скоростью передачи битов. Значение n = 0 соответствует случаю с одним каналом, которому не присвоен определенный цвет.

3.3 r: Индекс "r", при его наличии, используется для обозначения ограниченной функциональности OTM, OCG, OCC и OCh (неприсоединенная служебная нагрузка не поддерживается). Заметим, что при n = 0 индекс r не требуется, поскольку в этом случае всегда подразумевается ограниченная функциональность.

3.4 m: Индекс "m" используется для указания скорости передачи битов или набора скоростей передачи битов, обеспечиваемых на интерфейсе. Это один или несколько разрядов "k", где "k" указывает конкретную скорость передачи битов. Индекс m может принимать значения (1, 2, 3, 12, 123, 23).

3.5 k: Индекс "k" используется для указания обеспечиваемой скорости передачи битов и различных версий блоков OPuK, ODuK и OTuK. Значение k = 1 указывает приблизительную скорость передачи битов 2,5 Гбит/с, k = 2 – приблизительную скорость передачи битов 10 Гбит/с, а k = 3 – приблизительную скорость передачи битов 40 Гбит/с.

3.6 оптический канал (OCh[r]): Канал OCh представляет собой информационную структуру, используемую для поддержки следа канала OCh. Определены две структуры канала OCh.

Сигналы клиента канала OCh, описанные в настоящей Рекомендации, представляют собой сигналы блока OTuK. Другие цифровые сигналы клиента (например, STM-n, GbE) могут выдаваться модулем OTM.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Может потребоваться дополнительное описание канала OCh, чтобы отличить один сигнал канала OCh (например, сигнал, несущий блок OTU1) от другого сигнала канала OCh (например, сигнала, несущего OTU2 или GbE). Этот вопрос подлежит дальнейшему изучению.

3.6.1 оптический канал с полной функциональностью (OCh): Канал OCh представляет собой информационную структуру, состоящую из информационной полезной нагрузки (OCh_PLD) с определенной полосой пропускания и неприсоединенной служебной нагрузки (OCh_ОН) для управления оптическим каналом.

3.6.2 оптический канал с ограниченной функциональностью (OChr): Канал OChr представляет собой информационную структуру, содержащую информационную полезную нагрузку (OCh_PLD) с определенной полосой пропускания. Неприсоединенная служебная нагрузка не обеспечивается.

3.7 транспортный блок оптического канала (OTuK[V]): Блок OTuK представляет собой информационную структуру, используемую для транспортировки блока ODuK по одному или нескольким соединениям оптических каналов. Он состоит из блока данных оптического канала и связанной с блоком OTuK служебной нагрузки (сигнал ПИО и служебная нагрузка для управления соединением оптического канала). Он характеризуется кадровой структурой, скоростью передачи битов и полосой пропускания. Определены пропускные способности блока OTuK при k = 1, k = 2, k = 3.

Определены две версии блока OTuK:

3.7.1 полностью стандартизированный блок OTuK (OTuK): Полностью стандартизированный блок OTuK используется в интерфейсах IrDI модуля OTM и может использоваться в интерфейсах IaDI модуля OTM.

3.7.2 функционально стандартизированный блок OTUk (OTUkV): Частично стандартизированный блок OTUk используется в интерфейсах IaDI модуля OTM.

3.8 блок данных оптического канала (ODUk): Блок ODUk представляет собой информационную структуру, состоящую из информационной полезной нагрузки (OPUk) и служебной нагрузки, связанной с блоком ODUk. Определены пропускные способности блока ODUk при $k = 1$, $k = 2$, $k = 3$.

3.8.1 тракт ODUk (ODUkP): Тракт блока данных k оптического канала (ODUkP) представляет собой информационную структуру, используемую для поддержки сквозной трассы блока ODUk.

3.8.2 ODUk TCM (ODUkT): Контроль TCM блока данных k оптического канала (ODUkT) представляет собой информационную структуру, используемую для обеспечения трасс TCM. Обеспечивается до 6 подуровней TCM.

3.9 блок полезной нагрузки оптического канала (OPUk): Блок OPUk представляет собой информационную структуру, используемую для адаптации информации клиента при ее транспортировке по оптическому каналу. Он содержит информацию клиента, а также всю служебную нагрузку, необходимую для адаптации между скоростью передачи сигнала клиента и скоростью полезной нагрузки блока OPUk, и другую служебную нагрузку блока OPUk, поддерживающую транспортировку сигнала клиента. Эта служебная нагрузка определяется характером адаптации. Определены пропускные способности блока OPUk при $k = 1$, $k = 2$, $k = 3$.

3.10 несущая оптического канала (OCC[r]): Несущая оптического канала представляет собой компонентный интервал в модуле OTM-n. Определены две структуры OCC:

ПРИМЕЧАНИЕ. – Может потребоваться дополнительное описание несущей OCC, чтобы отличить один компонентный интервал несущей OCC (например, интервал, способный нести блок OTU1) от другого компонентного интервала несущей OCC (например, способного нести блок OTU3). Этот вопрос подлежит дальнейшему изучению.

3.10.1 OCC с полной функциональностью (OCC): Несущая OCC состоит из полезной нагрузки OCC (OCCp) и служебной нагрузки OCC (OCCo). Несущая OCCp содержит полезную нагрузку OCh_CI_PLD и приписана к интервалу длина волны/частота группы WDM. Несущая OCCo содержит служебную нагрузку OCh_CI_ON и транспортируется внутри информационной структуры сигнала OOS.

3.10.2 OCC с ограниченной функциональностью (OCCr): Несущая OCC состоит из полезной нагрузки OCC (OCCp). Несущая OCCp содержит полезную нагрузку OCh_CI_PLD и приписана к интервалу длина волны/частота группы WDM. Непри соединенная служебная нагрузка не обеспечивается.

3.11 группа несущих оптических сигналов порядка n (OCG-n[r]): n несущих оптического канала, занимающих фиксированные заданные положения в полезной нагрузке модуля OTM, называются группой несущих оптических сигналов (OCG[r]). Определены две структуры группы OCG:

3.11.1 OCG с полной функциональностью (OCG-n): Группа OCG-n состоит из полезных нагрузок (OCCp) несущей OCC и служебных нагрузок (OCCo) несущей OCC в количестве до n.

3.11.2 OCG с ограниченной функциональностью (OCG-nr): Группа OCG-nr состоит из полезных нагрузок (OCCp) несущей OCC в количестве до n. Непри соединенная служебная нагрузка не поддерживается.

3.12 блок мультиплексирования оптического сигнала (OMU-n, $n \geq 1$): Блок OMU-n представляет собой информационную структуру, используемую для поддержки межуровневых соединений участка мультиплексирования оптического сигнала (OMS) в сети OTN. Характеристическая информация уровня (OMS_CI) участка мультиплексирования оптического сигнала состоит из информационной полезной нагрузки (OMS_CI_PLD) и информационных полей служебной нагрузки (OMS_CI_ON) участка мультиплексирования оптического сигнала. Составляющая OMS_CI_PLD содержит полезную нагрузку группы OCG-n, а составляющая OMS_CI_ON – служебную нагрузку группы OCG-n и служебную нагрузку, специфичную для OMS, и транспортируется в информационной структуре сигнала OOS. Порядок блока OMU определяется порядком поддерживаемой им группы OCG.

3.13 оптический физический участок порядка n (OPSn): Уровневая сеть, обеспечивающая функциональность передачи многочастотного оптического сигнала по оптическим средам различных типов (например, оптическое волокно G.652, G.653 и G.655). Заметим, что "многочастотный" сигнал охватывает случай только с одним оптическим каналом.

В нем сочетаются транспортная функциональность уровней сетей участков OMS и OTS без их диспетчерской информации. Определены пропускные способности участков OPSn при $n = 0$ и $n = 16$.

3.14 оптический интерфейс узла транспортной сети (ONNI): Интерфейс в узле оптической транспортной сети, используемый для взаимосвязи с другим узлом оптической транспортной сети.

3.15 сигнал служебной нагрузки OTM (OOS): Сигнал OOS представляет собой информационную структуру, используемую для транспортировки неприсоединенной служебной нагрузки модуля OTM по оптическому контролируемому каналу. Неприсоединенная служебная нагрузка состоит из служебной нагрузки участка передачи оптического сигнала, служебной нагрузки участка мультиплексирования оптического сигнала и неприсоединенной служебной нагрузки оптического канала. Она характеризуется кадровой структурой, скоростью передачи битов и полосой пропускания.

3.16 оптический контролирующий канал (OSC): Физический носитель за пределами полосы частот усилителя, обеспечивающий транспортировку сигнала служебной нагрузки модуля OTM.

3.17 оптическая транспортная иерархия (OTH): Иерархия OTH представляет собой иерархический набор цифровых транспортных структур, стандартизированных для транспортировки адаптированных соответствующим образом полезных нагрузок по оптическим сетям передачи данных.

3.18 мультиплексирование OTH: Процедура, согласно которой мультиплексируются оптические каналы.

3.19 неприсоединенная служебная нагрузка (naOH): Контролирующая информация, транспортируемая в сигнале OOS.

3.20 бесконтактная активация/деактивация контроля соединений: имеет отношение к непрерывному контролю тандемных соединений TC-CMEP. Это означает, что контроль соединений (CM) между двумя конечными пунктами TC-CMEP может быть установлен и/или прерван без ущерба для данных полезной нагрузки или для любой безотносительной информации служебной нагрузки (OH). Следовательно, не наносится ущерб и несвязанным управленческим функциям. Иными словами, предварительно установленный контроль соединений (CM) не будет фиксировать состояний ошибки, обусловленных переходными процессами, а также статистики как прямого следствия активации/деактивации нового/старого CM.

3.21 CBR2G5: Сигнал с постоянной скоростью передачи битов, равной $2\,488\,320\text{ кбит/с} \pm 20 \times 10^{-6}$. Примером такого сигнала является сигнал STM-16.

3.22 CBR10G: Сигнал с постоянной скоростью передачи битов, равной $9\,953\,280\text{ кбит/с} \pm 20 \times 10^{-6}$. Примером такого сигнала является сигнал STM-64.

3.23 CBR40G: Сигнал с постоянной скоростью передачи битов, равной $39\,813\,120\text{ кбит/с} \pm 20 \times 10^{-6}$. Примером такого сигнала является сигнал STM-256.

3.24 конечный пункт контроля соединения (CMEP): Конечные пункты контроля соединения являются конечными пунктами трасс и, как таковые, соответствуют функциям завершения трассы. Сигнал служебной нагрузки контроля соединения (CMOH) вводится и удаляется на конечных пунктах (CMEP).

Для канала OCh конечные пункты CMEP разделяются на три класса:

- CMEP участка оптического сигнала канала OCh (OS_CMEP), являющиеся конечными пунктами трасс блока OTUk. Поле служебной нагрузки контроля участка (SM) (см. рисунки 15-9 и 15-10) содержит соответствующую CMOH.
- CMEP тандемного соединения канала OCh (TC_CMEP), являющиеся конечными пунктами трасс блока ODUkT. Поля служебной нагрузки пунктов TCM1.6 (см. рисунки 15-12 и 15-13) содержат соответствующую CMOH.
- CMEP тракта канала OCh (P_CMEP), являющиеся конечными пунктами трассы блока ODUkP. Поле служебной нагрузки контроля тракта (PM) (см. рисунки 15-12 и 15-14) содержит соответствующую CMOH.

3.25 схема регулирования пропускной способности канала (LCAS): Схема LCAS в функциях адаптации источника и получателя с виртуальной их конкатенацией является механизмом управления для бесконтактного увеличения и уменьшения пропускной способности канала с целью учета полосы пропускания в конкретной задаче. С ее помощью можно также удалять вышедшие из строя участки связи. В схеме LCAS предполагается, что в случаях начальной установки, увеличения или уменьшения пропускной способности за создание или уничтожение сквозного тракта отвечают системы управления сетями и элементами.

4 Сокращения

В настоящей Рекомендации используются следующие сокращения:

0xYY	YY – величина в шестнадцатеричном представлении
3R	Усиление, восстановление формы и временных соотношений
ACT	Активация (в байте TCM ACT)
AI	Адаптированная информация
AIS	Сигнал индикации о неисправности
APS	Автоматическое защитное переключение
BDI	Обратная индикация неисправности
BDI-O	Служебная нагрузка обратной индикации неисправности
BDI-P	Полезная нагрузка обратной индикации неисправности
BEI	Обратная индикация ошибки
BI	Обратная индикация
BIAE	Ошибка выравнивания входящего сигнала в обратном направлении
BIP	Четность с чередованием по битам
CBR	Постоянная скорость передачи битов
CI	Характеристическая информация
CM	Контроль соединения
CMEP	Конечный пункт контроля соединения
CMOH	Служебная нагрузка контроля соединения
CRC	Контроль циклическим избыточным кодом
CTRL	Управляющее слово, посылаемое от источника к получателю
DAPI	Идентификатор пункта доступа адресата
DNU	Не использовать
EDC	Код обнаружения ошибок
EOS	Конец последовательности
EXP	Для экспериментальных целей
ExTI	Идентификатор ожидаемого следа
FAS	Сигнал покадрового выравнивания
FDI	Прямая индикация неисправности
FDI-O	Служебная нагрузка прямой индикации неисправности
FDI-P	Полезная нагрузка прямой индикации неисправности
ПИО	Прямое исправление ошибок
GCC	Общий коммуникационный канал
GID	Групповая идентификация
IaDI	Внутридоменный интерфейс
IAE	Ошибка выравнивания входящего сигнала
IrDI	Междоменный интерфейс

JOH	Служебная нагрузка согласования
LCAS	Схема регулирования пропускной способности канала
LSB	Младший значащий бит
MFAS	Сигнал многокадрового выравнивания
MFI	Многокадровый индикатор
MS	Сигнал обслуживания
MSB	Наибольший значащий бит
MSI	Идентификатор мультиплексной структуры
MST	Статус элемента
naOH	неприсоединенная служебная нагрузка
NNI	Интерфейс сетевого узла
NORM	Нормальный режим работы
OCC	Несущая оптического канала
OCCo	Несущая оптического канала – служебная нагрузка
OCCp	Несущая оптического канала – полезная нагрузка
OCCr	Несущая оптического канала с ограниченной функциональностью
OCG	Группа несущих оптических сигналов
OCGr	Группа несущих оптических сигналов с ограниченной функциональностью
OCh	Оптический канал с полной функциональностью
OChr	Оптический канал с ограниченной функциональностью
OCI	Индикация открытого соединения
ODTUG	Группа компонентных блоков данных оптического канала
ODTUjk	Компонентный блок данных оптического канала j в k
ODU	Блок данных оптического канала
ODUk	Блок-k данных оптического канала
ODUk-Xv	X виртуальных сцепленных ODUk
OH	Служебная нагрузка
OMS	Участок мультиплексирования оптического сигнала
OMS-OH	Служебная нагрузка участка мультиплексирования оптического сигнала
OMU	Блок мультиплексирования оптического сигнала
ONNI	Оптический интерфейс сетевого узла
OOS	Сигнал служебной нагрузки OTM
OPS	Оптический физический участок
OPU	Блок полезной нагрузки оптического канала
OPUk	Блок-k полезной нагрузки оптического канала
OPUk-Xv	X виртуальных сцепленных OPUk
OSC	Оптический контролирующий канал
OTH	Оптическая транспортная иерархия
OTM	Оптический транспортный модуль

OTN	Оптическая транспортная сеть
OTS	Участок передачи оптического сигнала
OTS-OH	Служебная нагрузка участка передачи оптического сигнала
OTU	Транспортный блок оптического канала
OTUk	полностью стандартизированный транспортный блок-k оптического канала
OTUkV	функционально стандартизированный транспортный блок-k оптического канала
PCC	Коммуникационный канал защиты
PLD	Полезная нагрузка
PM	Контроль тракта
PMI	Индикация отсутствия полезной нагрузки
PMOH	Служебная нагрузка контроля тракта
ppm.	част./млн. (частей на миллион) (1×10^{-6})
PRBS	Псевдослучайная двоичная последовательность
PSI	Идентификатор структуры полезной нагрузки
PT	Тип полезной нагрузки
RES	Зарезервировано для будущей международной стандартизации
RS	код Рида-Соломона
RS-Ack	Подтверждение изменения последовательности
SAPI	Идентификатор пункта доступа к источнику
Sk	Получатель
SM	Контроль участка
SMOH	Служебная нагрузка контроля участка
So	Источник
SQ	Указатель последовательности
TC	Тандемное соединение
TCM	Контроль тандемного соединения
TCMOH	Служебная нагрузка контроля тандемного соединения
TS	Компонентный интервал
TxTI	Идентификатор следа передачи
UNI	Интерфейс пользователь–сеть
VCG	Группа виртуальной конкатенации
VCOH	Служебная нагрузка виртуальной конкатенации
vcPT	Тип виртуальной сцепленной полезной нагрузки

5 Соглашения

Функциональная архитектура оптической транспортной сети, сформулированная в Рекомендации МСЭ-Т G.872, используется для получения интерфейса ONNI. Интерфейс ONNI описывается в понятиях адаптированной и характеристической информации, представленной на каждом уровне, как указано в Рекомендации МСЭ-Т G.805.

Порядок передачи: Порядок передачи информации на всех диаграммах в данной Рекомендации – слева направо и затем сверху вниз. В пределах каждого байта первым передается наибольший значащий бит (бит 1), который на всех диаграммах изображен слева.

Значение зарезервированного бита (битов): Бит служебной нагрузки, который зарезервирован или зарезервирован для будущей международной стандартизации, должен быть установлен в значение "0".

Значение бита (битов), не имеющего источника: Если не указано иное, все биты, не имеющие источника, должны быть установлены в "0".

Распределение служебной нагрузки по блокам OTUk, ODUk и OPUk: На рисунке 5-1 показано распределение служебной нагрузки по блокам транспортировки, данных и полезной нагрузки оптического канала.



Рисунок 5-1/G.709/Y.1331 – Служебная нагрузка в OTUk, ODUk и OPUk

6 Структура интерфейса оптической транспортной сети

Оптическая транспортная сеть, описанная в Рекомендации МСЭ-Т G.872, содержит интерфейсы двух классов:

- Междоменный интерфейс (IrDI);
- Внутridoменный интерфейс (IaDI).

На каждой стороне интерфейсов IrDI сети OTN осуществляется 3R-обработка.

Оптический транспортный модуль-n (OTM-n) представляет собой информационную структуру, используемую для поддержки интерфейсов сети OTN. Определены две структуры OTM–n:

- интерфейсы модуля OTM с полной функциональностью (OTM-n.m);
- интерфейсы модуля OTM с ограниченной функциональностью (OTM-0.m, OTM-nr.m).

Для поддержки междоменных интерфейсов класса IrDI сети OTN на каждой стороне интерфейсов модуля OTM с ограниченной функциональностью осуществляется 3R-обработка.

6.1 Базовая структура сигналов

Базовая структура сигналов представлена на рисунке 6-1.

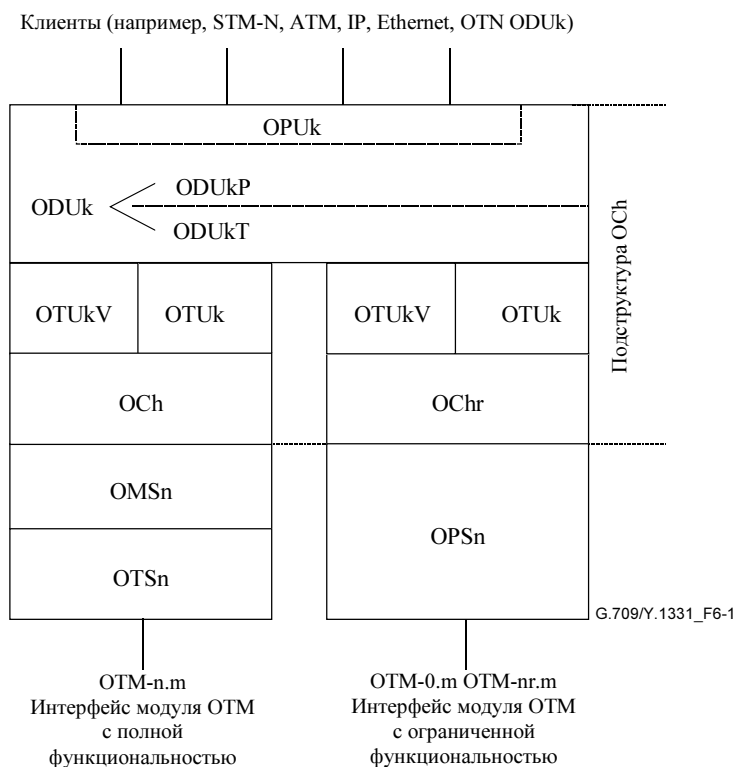


Рисунок 6-1/G.709/Y.1331 – Структура интерфейсов сети OTN

6.1.1 Подструктура канала OCh

В соответствии с Рекомендацией МСЭ-Т G.872 уровень оптического канала дополнительно структурируется в уровневых сетях для поддержки функций административного управления и контроля сетей, сформулированных в Рекомендации МСЭ-Т G.872:

- Оптический канал с полной (OCh) или ограниченной (OChr) функциональностью, обеспечивающий прозрачные сетевые соединения между пунктами регенерации 3R в сети OTN.
- Полностью или функционально стандартизированный транспортный блок оптического канала (OTUk/OTUkV), обеспечивающий контроль и формирование сигнала для его транспортировки между пунктами регенерации 3R в сети OTN.
- Блок данных оптического канала (ODUk), обеспечивающий:
 - контроль тандемного соединения (ODUkT);
 - контроль сквозного тракта (ODUkP);
 - адаптация сигналов клиента через блок полезной нагрузки оптического канала (OPUk).

6.1.2 Структура OTM-n.m ($n \geq 1$) с полной функциональностью

Модуль OTM-n.m ($n \geq 1$) состоит из следующих уровней:

- участок передачи оптического сигнала (OTSn);
- участок мультиплексирования оптического сигнала (OMSn);
- оптический канал с полной функциональностью (OCh);
- полностью или функционально стандартизированный транспортный блок оптического канала (OTUk/OTUkV);
- блок данных оптического канала (ODUk).

6.1.3 Структура модулей OTM-nr.m и OTM-0.m с ограниченной функциональностью

Модуль OTM-nr.m и OTM-0.m состоит из следующих уровней:

- опτικο-физический участок (OPSn);
- оптический канал с ограниченной функциональностью (OChr);
- полностью или функционально стандартизированный транспортный блок оптического канала (OTUk/OTUkV);
- блок данных оптического канала (ODUk).

6.2 Структура информации для интерфейсов OTN

Структура информации для интерфейсов сети OTN представлена в виде взаимоотношений и потоков содержимого информации. Основные взаимоотношения содержимого информации представлены на рисунках 6-2, 6-3 и 6-4. Потоки информации представлены на рисунке 6-5.

В целях контроля в сети OTN при отключении сигнала в канале OCh сигнал в блоках OTUk/OTUkV тоже отключается.

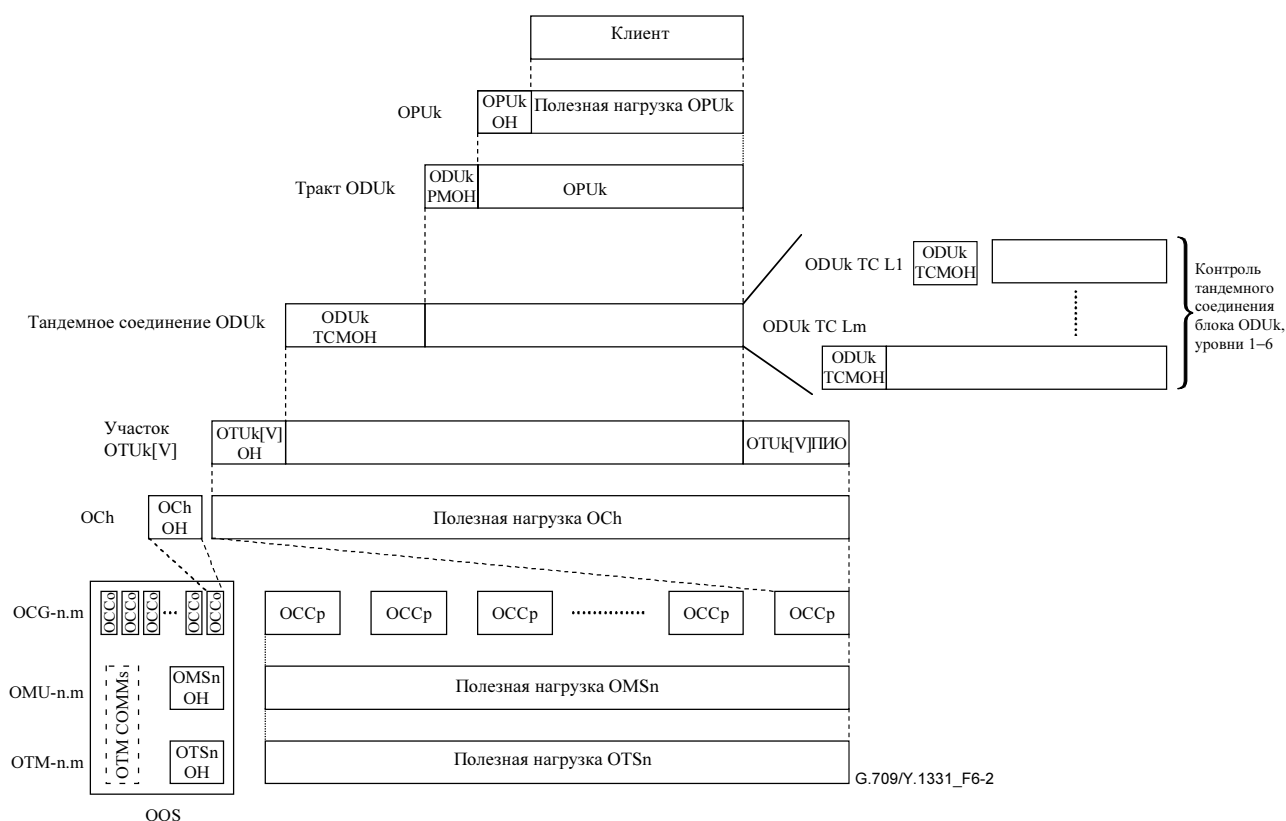


Рисунок 6-2/G.709/Y.1331 – Основные взаимоотношения содержимого информации в OTM-n.m

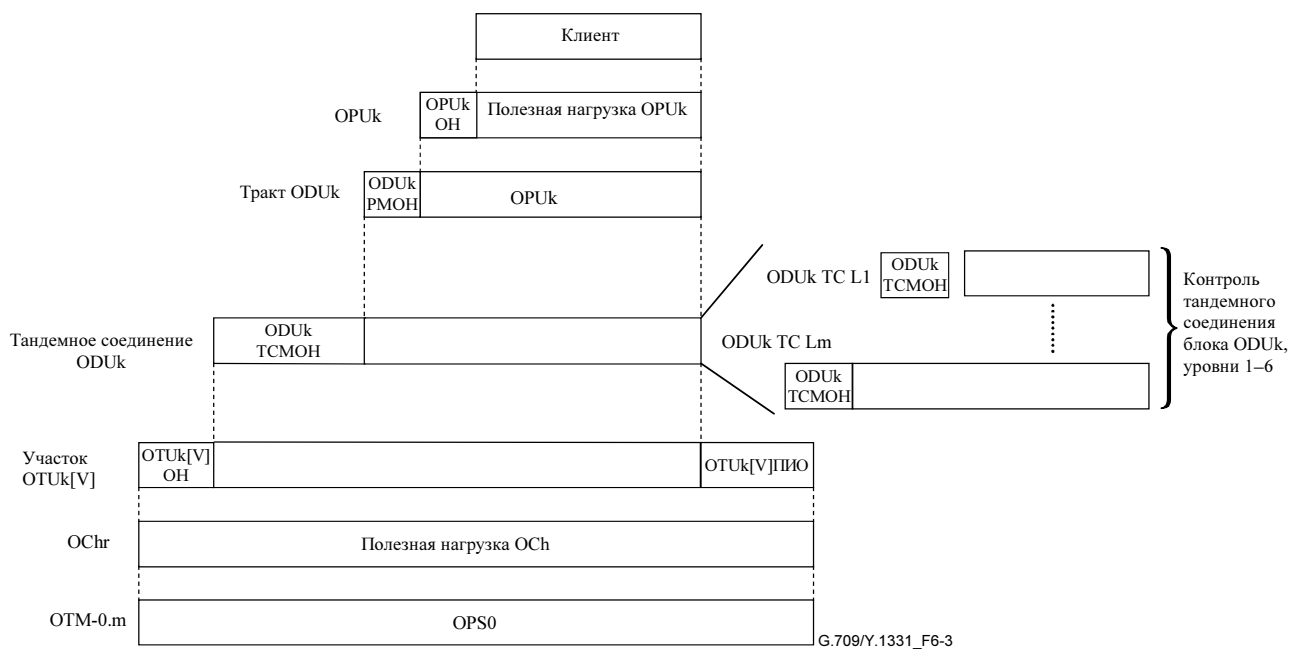


Рисунок 6-3/G.709/Y.1331 – Основные взаимоотношения содержимого информации в OTM-0.m

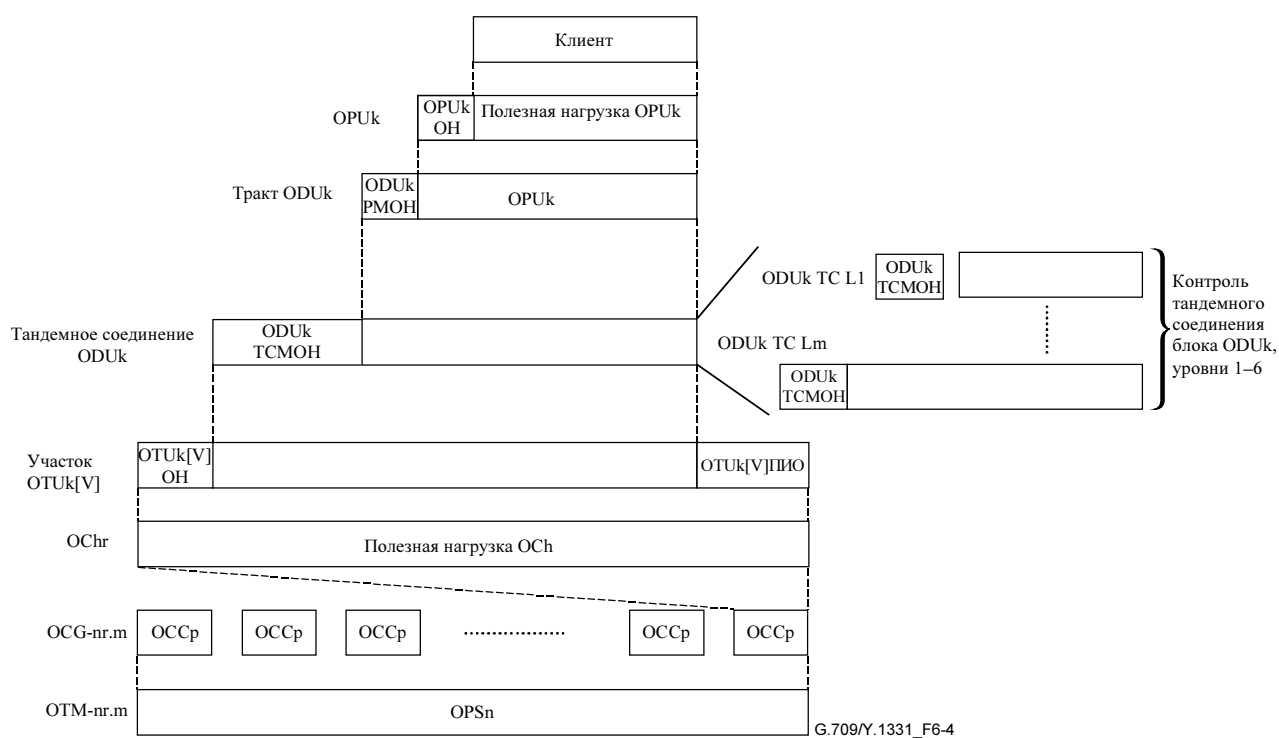
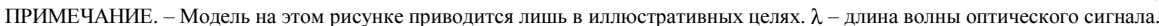


Рисунок 6-4/G.709/Y.1331 – Основные взаимоотношения содержимого информации в OTM-nr.m



7 Принципы мультиплексирования/отображения и скорости передачи битов

Рек. МСЭ-Т G.709/Y.1331 (03/2003)

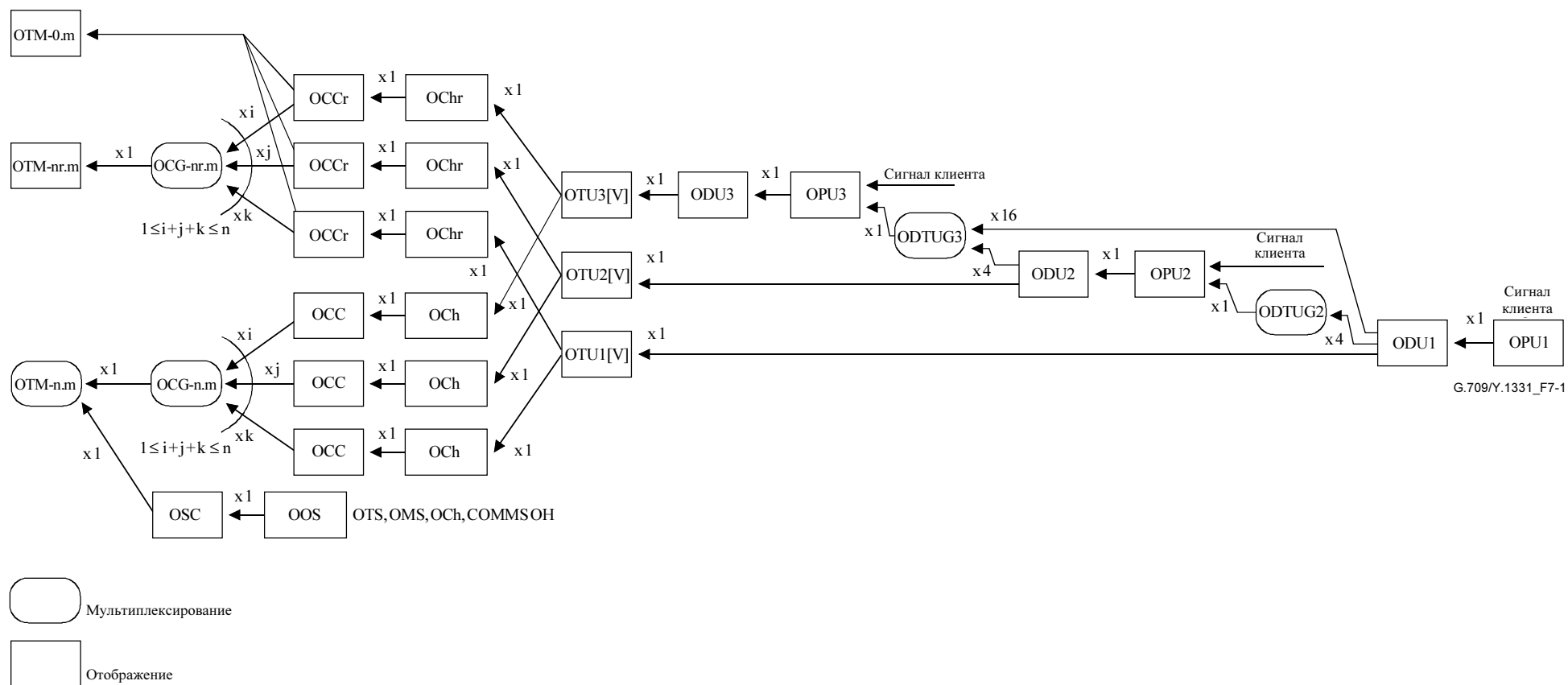


Рисунок 7-1/G.709/Y.1331 – Структуры мультиплексирования и отображения в модуле OTM

Служебная нагрузка участков OTS, OMS, канала OCh и COMMS вставлена в сигнал OOS с помощью методов отображения и мультиплексирования, которые не входят в предмет рассмотрения настоящей Рекомендации.

7.1 Отображение

Сигнал клиента или группа компонентных блоков данных оптического канала (ODTUGk) отображается в блок OPUk. Блок OPUk отображается в блок ODUk, а блок ODUk отображается в блок OTUk[V]. Блок OTUk[V] отображается в канал OCh[r], а канал OCh[r] затем модулируется в несущую OCC[r].

7.2 Мультиплексирование с разделением по длинам волн

До n ($n \geq 1$) несущих OCC[r] мультиплексируются в группу несущих OCG-n[r].m путем мультиплексирования с разделением по длинам волн. Компонентные интервалы OCC[r] группы OCG-n[r].m могут иметь другой размер.

Группа OCG-n[r].m транспортируется через модуль OTM-n[r].m. В случае интерфейсов OTM-n.m с полной функциональностью канал OSC мультиплексируется в интерфейс OTM-n.m путем мультиплексирования с разделением по длинам волн.

7.3 Скорости передачи битов и пропускная способность

Скорости передачи битов и пропускная способность сигналов блоков OTUk указаны в таблице 7-1.

Скорости передачи битов и пропускная способность сигналов блоков ODUk указаны в таблице 7-2.

Скорости передачи битов и пропускная способность полезной нагрузки блоков OPUk и OPUk-Xv указаны в таблице 7-3.

Периоды кадровой развертки блоков OTUk/ODUk/OPUk/OPUk-Xv указаны в таблице 7-4.

Таблица 7-1/G.709/Y.1331 – Типы и пропускная способность блока OTU

Тип OTU	Номинальная скорость передачи битов блока OTU	Допуск на скорость передачи битов блока OTU
OTU1	255/238 × 2 488 320 кбит/с	±20 × 10 ⁻⁶
OTU2	255/237 × 9 953 280 кбит/с	
OTU3	255/236 × 39 813 120 кбит/с	
ПРИМЕЧАНИЕ. – Номинальные скорости передачи битов блока OTUk составляют примерно: 2 666 057,143 кбит/с (OTU1), 10 709 225,316 кбит/с (OTU2) и 43 018 413,559 кбит/с (OTU3).		

Таблица 7-2/G.709/Y.1331 – Типы и пропускная способность блока ODU

Тип ODU	Номинальная скорость передачи битов блока ODU	Допуск на скорость передачи битов блока ODU
ODU1	239/238 × 2 488 320 кбит/с	±20 ×10 ^{−6}
ODU2	239/237 × 9 953 280 кбит/с	
ODU3	239/236 × 39 813 120 кбит/с	
ПРИМЕЧАНИЕ. – Номинальные скорости передачи битов блока ODU _k составляют примерно: 2 498 775,126 кбит/с (ODU1), 10 037 273,924 кбит/с (ODU2) и 40 319 218,983 кбит/с (ODU3).		

Таблица 7-3/G.709/Y.1331 – Типы и пропускная способность блока OPU

Тип OPU	Номинальная скорость передачи битов полезной нагрузки блока OPU	Допуск на скорость передачи битов полезной нагрузки блока OPU
OPU1	2 488 320 кбит/с	$\pm 20 \times 10^{-6}$
OPU2	$238/237 \times 9\,953\,280$ кбит/с	
OPU3	$238/236 \times 39\,813\,120$ кбит/с	
OPU1-Xv	$X \times 2\,488\,320$ кбит/с	$\pm 20 \times 10^{-6}$
OPU2-Xv	$X \times 238/237 \times 9\,953\,280$ кбит/с	
OPU3-Xv	$X \times 238/236 \times 39\,813\,120$ кбит/с	
ПРИМЕЧАНИЕ. – Номинальные скорости передачи битов полезной нагрузки блока OPUk составляют примерно: 2 488 320,000 кбит/с (OPU1 Payload), 9 995 276,962 кбит/с (OPU2 Payload) и 40 150 519,322 кбит/с (OPU3 Payload). Номинальные скорости передачи битов полезной нагрузки блока OPUk-Xv составляют примерно: $X \times 2\,488\,320,000$ кбит/с (OPU1-Xv Payload), $X \times 9\,995\,276,962$ кбит/с (OPU2-Xv Payload) и $X \times 40\,150\,519,322$ кбит/с (OPU3-Xv Payload).		

Таблица 7-4/G.709/Y.1331 – Периоды кадровой развертки блоков OTUk/ODUk/OPUk

Тип OTU/ODU/OPU	Период (Примечание)
OTU1/ODU1/OPU1/OPU1-Xv	48,971 мкс
OTU2/ODU2/OPU2/OPU2-Xv	12,191 мкс
OTU3/ODU3/OPU3/OPU3-Xv	3,035 мкс
ПРИМЕЧАНИЕ. – Значение периода указано приблизительно с округлением до трех знаков.	

7.4 Мультиплексирование с разделением во времени в блоке ODUk

На рисунке 7-1 показана связь между различными элементами мультиплексирования с разделением во времени, определяемыми ниже, а также возможные структуры мультиплексирования. До четырех сигналов ODU1 мультиплексируются в ODTUG2 методом мультиплексирования с разделением во времени. Группа ODTUG2 отображается в блок OPU2. Смесь j ($j \leq 4$) сигналов блока ODU2 и $16-4j$ сигналов блока ODU1 может быть мультиплексирована в ODTUG3 методом мультиплексирования с разделением во времени. Группа ODTUG3 отображается в блок OPU3.

На рисунках 7-2 и 7-3 показано, как различные сигналы мультиплексируются с использованием этих элементов мультиплексирования. На рисунке 7-2 показано мультиплексирование четырех сигналов блока ODU1 в сигнал блока OPU2. Сигнал блока ODU1 расширяется с помощью служебной нагрузки покадрового выравнивания и асинхронно отображается в компонентный блок данных оптического канала 1 в 2 (ODTU12) с использованием служебной нагрузки согласования (JOH). Четыре сигнала ODTU12 мультиплексируются методом разделения времени в группу компонентных блоков данных оптического канала 2 (ODTUG2), после чего этот сигнал отображается в блок OPU2.

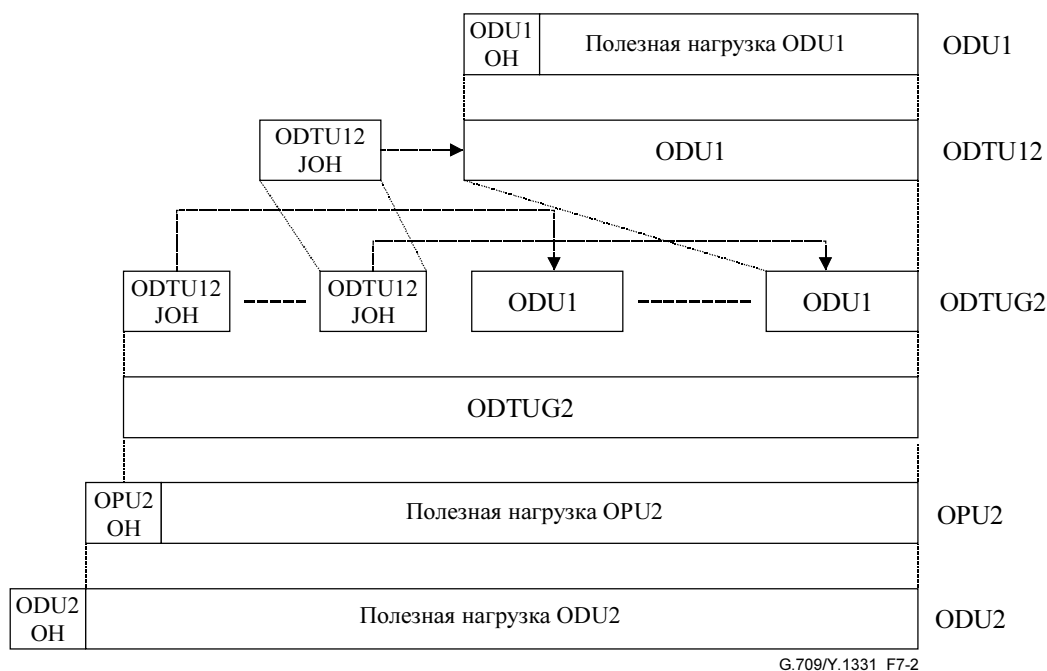


Рисунок 7-2/G.709/Y.1331 – Метод мультиплексирования блока ODU1 в блок ODU2

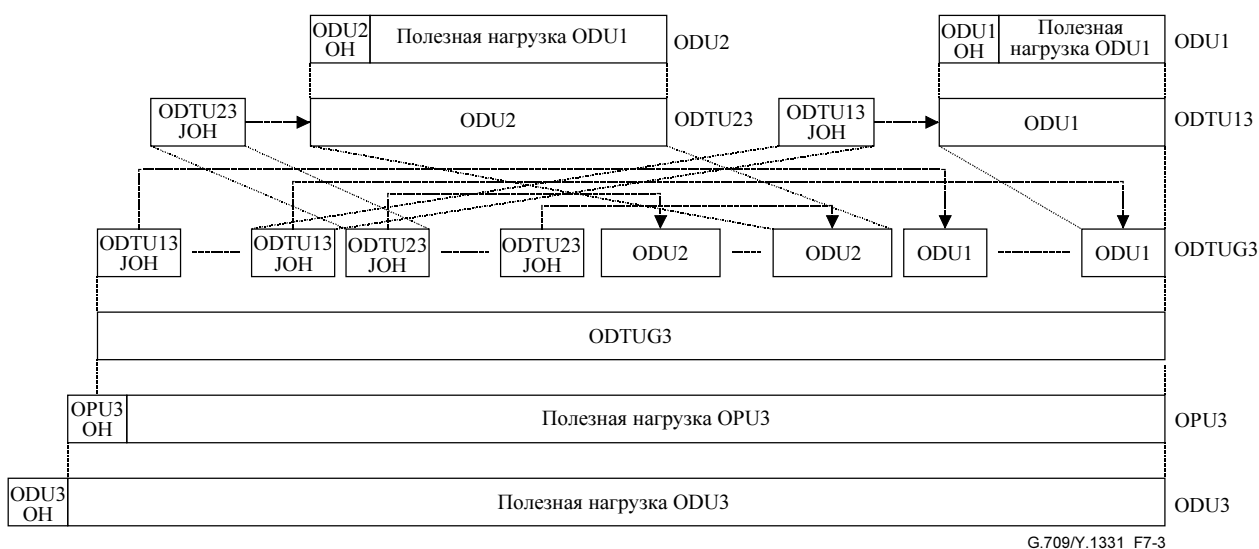


Рисунок 7-3/G.709/Y.1331 – Метод мультиплексирования блоков ODU1 и ODU2 в блок ODU3

На рисунке 7-3 показано мультиплексирование до 16 сигналов блока ODU1 и/или до 4 сигналов блока ODU2 в сигнал блока ODU3. Сигнал блока ODU1 расширяется служебной нагрузкой покадрового выравнивания и асинхронно отображается в компонентный блок данных оптического канала 1 в 3 (ODTU13) с использованием служебной нагрузки согласования (JOH). Сигнал блока ODU2 расширяется с использованием служебной нагрузки покадрового выравнивания и асинхронно отображается в компонентный блок данных оптического канала 2 в 3 (ODTU23) с использованием служебной нагрузки согласования (JOH). "x" сигналов блока ODTU23 ($0 \leq x \leq 4$) и "16-4x" сигналов блока ODTU13 мультиплексируются с разделением во времени в группу компонентных блоков данных оптического канала 3 (ODTUG3), после чего этот сигнал отображается в блок OPU3.

Методы мультиплексирования и отображения подробно описаны в разделе 19.

В Добавлении III приведен пример мультиплексирования четырех сигналов блока ODU1 в блок ODU2.

8 Оптический транспортный модуль (ОТМ-n.m, ОТМ-nr.m, ОТМ-0.m)

Определены две структуры модуля ОТМ – одна с полной функциональностью и одна с ограниченной функциональностью. Для интерфейсов IrDI в настоящее время определены только интерфейсы модуля ОТМ с ограниченной функциональностью. Другие интерфейсы IrDI модуля ОТМ с полной или ограниченной функциональностью подлежат дальнейшему изучению.

8.1 Модуль ОТМ с ограниченной функциональностью (ОТМ-0.m, ОТМ-nr.m)

Модуль ОТМ-n обеспечивает n оптических каналов на одном оптическом промежутке с регенерацией 3R и завершением OTUk[V] на каждом окончании. При выполнении регенерации 3R на обеих сторонах интерфейсов модулей ОТМ-0.m и ОТМ-nr.m имеется доступ к служебной нагрузке блока OTUk[V], и с помощью этой служебной нагрузки осуществляется техническое обслуживание и контроль интерфейса. Поэтому на интерфейсах модулей ОТМ-0.m и ОТМ-nr.m не требуется неприсоединенная служебная нагрузка сети OTN, и сигнал OSC/OOS не выдается.

Определены два класса интерфейсов модуля ОТМ с ограниченной функциональностью – интерфейсы ОТМ-0.m и ОТМ-16r.m. Другие классы интерфейсов с ограниченной функциональностью подлежат дальнейшему изучению.

8.1.1 Модуль ОТМ-0.m

Модуль ОТМ-0.m поддерживает неокрашенный оптический канал на одном оптическом промежутке с регенерацией 3R на обоих окончаниях.

Определены три сигнала интерфейса ОТМ-0.m (см. рисунок 8-1), каждый из которых несет один оптический сигнал канала, содержащий один сигнал OTUk[V]:

- ОТМ-0.1 (содержащий блок OTU1[V]);
- ОТМ-0.2 (содержащий блок OTU2[V]);
- ОТМ-0.3 (содержащий блок OTU3[V]).

Общее обозначение: ОТМ-0.m.

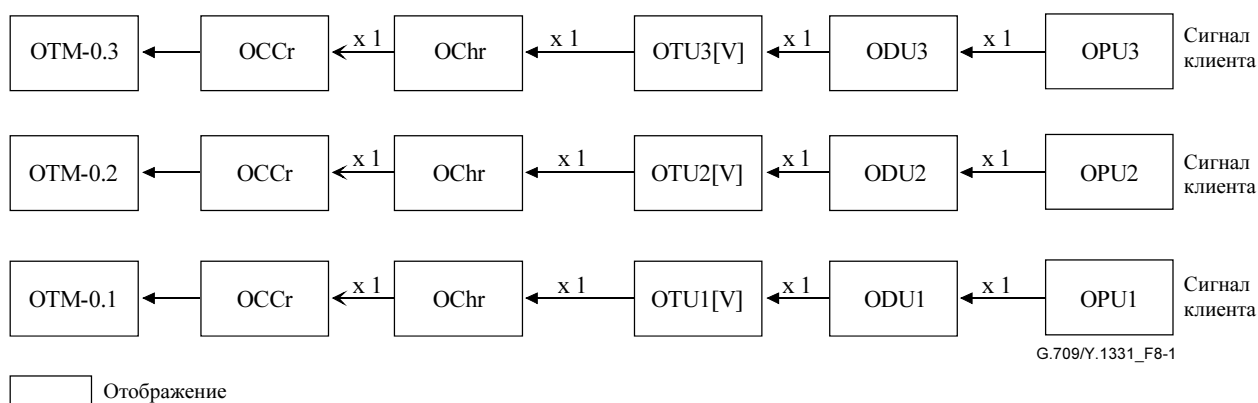


Рисунок 8-1/G.709/Y.1331 – Структура модуля ОТМ-0.m

На рисунке 8-1 показаны взаимоотношения между различными элементами информационной структуры, определяемые ниже, а также возможные отображения для модуля ОТМ-0.m.

Канал OSC и сигнал OOS отсутствуют.

8.1.2 Модуль ОТМ-16r.m

Этот ОТМ-16r.m обеспечивает 16 оптических каналов на одном оптическом промежутке с регенерацией 3R на обоих окончаниях.

Определены шесть сигналов интерфейса OTM-16r:

- OTM-16r.1 (содержащий i ($i \leq 16$) сигналов OTU1[V]);
- OTM-16r.2 (содержащий j ($j \leq 16$) сигналов OTU2[V]);
- OTM-16r.3 (содержащий k ($k \leq 16$) сигналов OTU3[V]);
- OTM-16r.123 (содержащий i ($i \leq 16$) сигналов OTU1[V], j ($j \leq 16$) сигналов OTU2[V] и k ($k \leq 16$) сигналов OTU3[V], при $i + j + k \leq 16$);
- OTM-16r.12 (содержащий i ($i \leq 16$) сигналов OTU1[V] и j ($j \leq 16$) сигналов OTU2[V], при $i + j \leq 16$);
- OTM-16r.23 (содержащий j ($j \leq 16$) сигналов OTU2[V] и k ($k \leq 16$) сигналов OTU3[V], при $j + k \leq 16$),

в общем виде обозначаемых OTM-16r.m.

Сигнал OTM-16r.m является сигналом OTM-nr.m с 16-ю несущими оптического канала (OCCr), имеющими номера с OCCr #0 по OCCr #15 (см. рисунок 6-5). Оптический контрольный канал (OSC) и сигнал OOS отсутствуют.

При нормальной работе и транспортировке OTUk[V] работает, по крайней мере, одна из несущих OCCr.

Порядок привлечения несущих OCCrs к работе заранее не устанавливается.

На рисунке 8-2 изображены шесть определенных сигналов интерфейса модуля OTM-16r.m и структура мультиплексирования модуля OTM-16r.m.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Служебная нагрузка OPS модуля OTM-16r.m не определена. В этом многоволновом интерфейсе для наблюдения и администрирования будет использоваться служебная нагрузка (ОН) контроля и администрирования (SM) блока OTUk[V]. Путем корреляции неисправностей в управлении обработкой отказов из отдельных отчетов блоков OTUk[V] могут быть вычислены отчеты о нарушениях связности (TIM) сигналов OTM-16r.m. Подробнее см. Рекомендации по оборудованию.

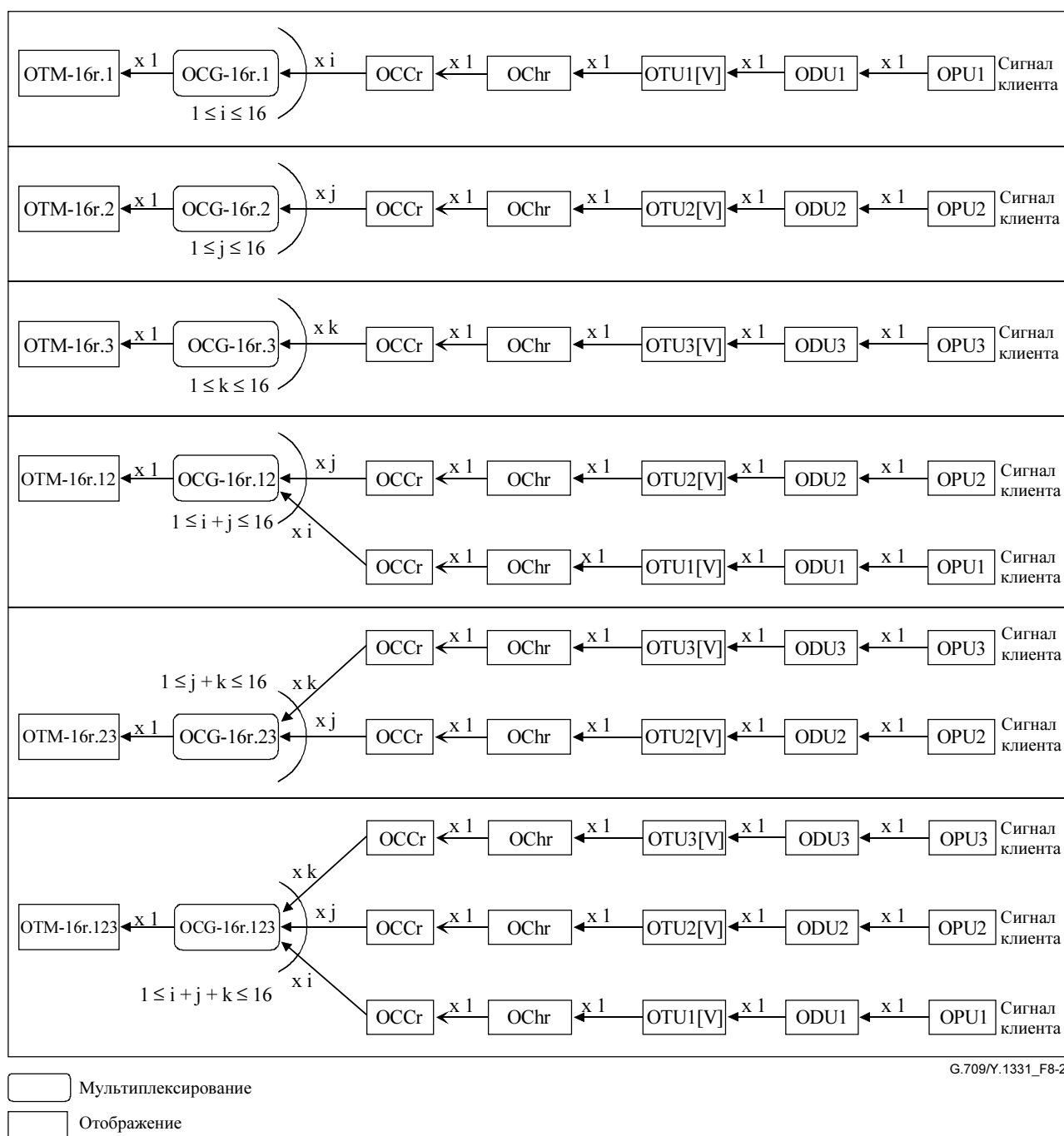


Рисунок 8-2/G.709/Y.1331 – Структура мультиплексирования модуля OTM-16r.m

8.2 OTM с полной функциональностью (OTM-n.m)

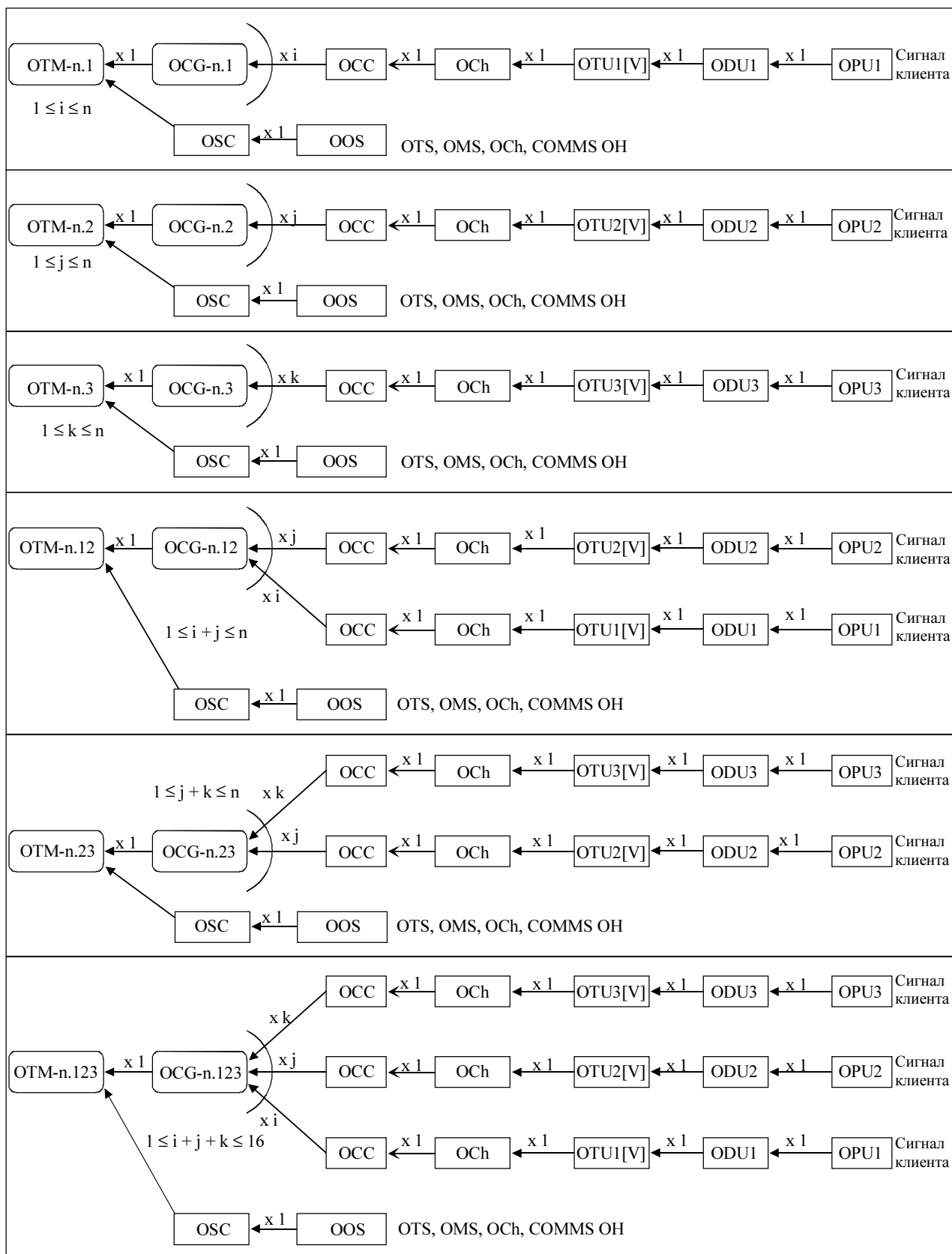
Интерфейс модуля OTM-n.m поддерживает до n оптических каналов для одиночных или множественных оптических промежутков. На интерфейсе не требуется регенерации 3R.

Определены шесть сигналов интерфейса OTM-n:

- OTM-n.1 (содержащий i ($i \leq n$) сигналов OTU1[V]);
- OTM-n.2 (содержащий j ($j \leq n$) сигналов OTU2[V]);
- OTM-n.3 (содержащий k ($k \leq n$) сигналов OTU3[V]);
- OTM-n.123 (содержащий i ($i \leq n$) сигналов OTU1[V], j ($j \leq n$) сигналов OTU2[V] и k ($k \leq n$) сигналов OTU3[V], при $i + j + k \leq n$);

- OTM-n.12 (содержащий i ($i \leq n$) сигналов OTU1[V] и j ($j \leq n$) сигналов OTU2[V], при $i + j \leq n$);
 - OTM-n.23 (содержащий j ($j \leq n$) сигналов OTU2[V] и k ($k \leq n$) сигналов OTU3[V], при $j + k \leq n$),
- в общем виде обозначаемых OTM-n.m.

Сигнал интерфейса OTM-n.m содержит до "n" OCC с самой низкой скоростью передачи битов, поддерживаемой, как показано, с помощью "m" и OSC (см. рисунок 8-3). Может поддерживаться ограниченное количество OCC с большей скоростью передачи битов. Значения величин "n", "m" и канала OSC в настоящей Рекомендации не определены.



G.709/Y.1331_F8-3

Мультиплексирование
Отображение

Рисунок 8-3/G.709/Y.1331 – Структура мультиплексирования модуля OTM-n.m

9 Физические параметры интерфейса ONNI

9.1 OTM-0.m

Спецификации физико-оптических параметров сигналов модулей OTM-0.1, OTM-0.2 и OTM-0.3 приведены в Рекомендациях МСЭ-Т G.959.1 и G.693.

9.2 OTM-16r.m

Спецификации физико-оптических параметров сигналов модулей OTM-16r.1 и OTM-16r.2 приведены в Рекомендации МСЭ-Т G.959.1.

Спецификации физико-оптических параметров модулей OTM-16r.3, OTM-16r.12, OTM-16r.23 и OTM-16r.123 подлежат дальнейшему изучению.

9.3 OTM-n.m

Спецификации физико-оптических параметров модуля OTM-n.m у разных поставщиков определяются поставщиком и не входят в предмет рассмотрения настоящей Рекомендации.

10 Оптический канал (OCh)

Канал OCh транспортирует цифровой сигнал пользователя между пунктами регенерации 3R. Сигналы пользователя канала OCh, определенные в настоящей Рекомендации, являются сигналами блока OTUk. Другие цифровые сигналы пользователя (например, STM-N, GbE) могут обеспечиваться модулем OTM.

10.1 OCh с полной функциональностью (OCh)

Концептуальная структура оптического канала с полной функциональностью (OCh) представлена на рисунке 10-1. Она включает в себя две части: служебную нагрузку канала OCh и полезную нагрузку канала OCh.

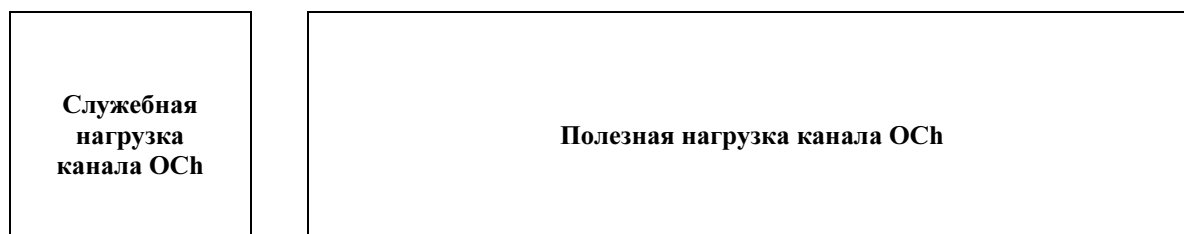


Рисунок 10-1/G.709/Y.1331 – Информационная структура канала OCh

10.2 Канал OCh с ограниченной функциональностью (OChr)

Концептуальная структура оптического канала с ограниченной функциональностью (OChr) представлена на рисунке 10-2. Она содержит: полезную нагрузку канала OChr.

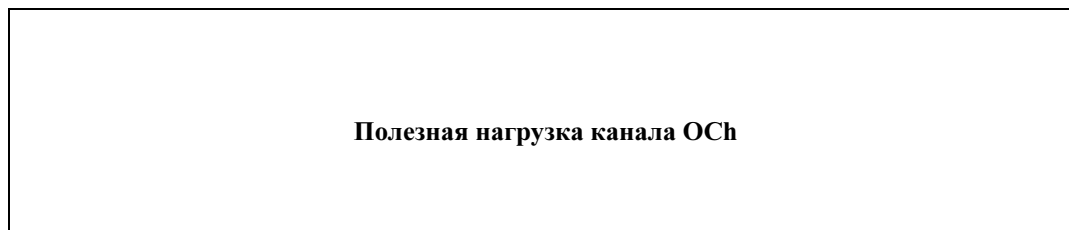


Рисунок 10-2/G.709/Y.1331 – Информационная структура канала OChr

11 Транспортный блок оптического канала (OTU)

Блок OTU_k[V] подготавливает блок ODU_k к транспортировке по сетевому соединению оптического канала. Кадровая структура блока OTU_k полностью стандартизирована. Блок OTU_kV представляет собой кадровую структуру, которая стандартизирована только функционально (т. е. определена только необходимая функциональность); см. Добавление II.

11.1 Кадровая структура блока OTU_k

Кадровая структура блока OTU_k ($k = 1, 2, 3$) основывается на кадровой структуре блока ODU_k и дополняет ее методом прямого исправления ошибок (ПИО), как показано на рисунке 11-1. Для прямого исправления ошибок (ПИО) в кадр блока ODU_k добавлено 256 столбцов, а в качестве специальной служебной нагрузки OTU_k использованы резервные байты служебной нагрузки в строке 1, столбцы с 8 по 14 служебной нагрузки блока ODU_k, в результате чего получается октетная структура кадра с четырьмя строками и 4080 столбцами. Старший бит в каждом октете 1, младший бит – 8.

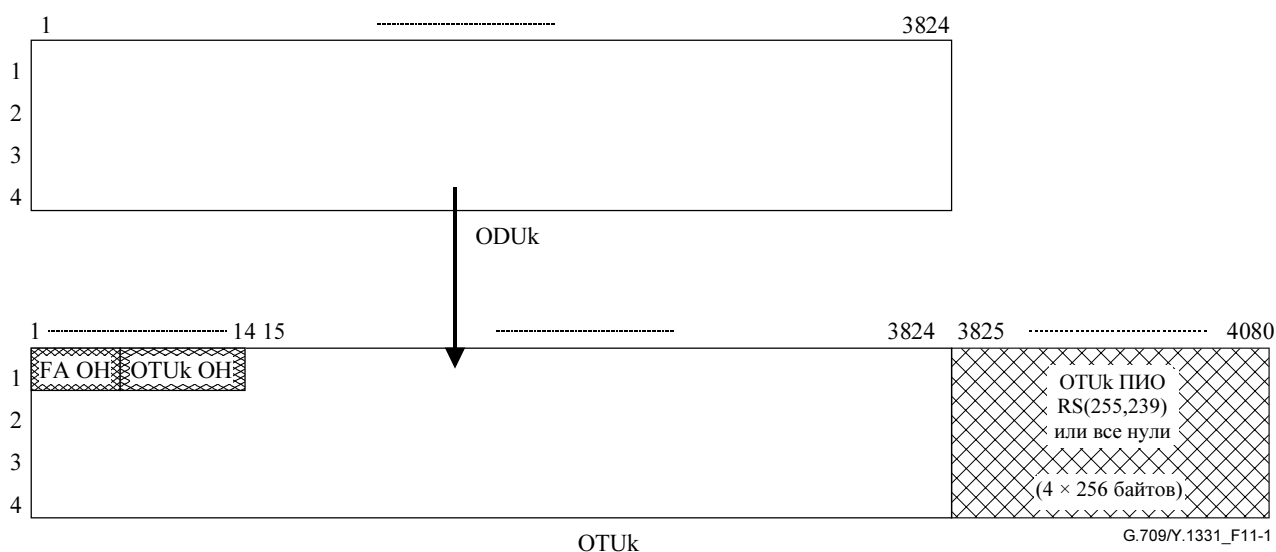


Рисунок 11-1/G.709/Y.1331 – Кадровая структура блока OTU_k

Скорости передачи битов сигналов блока OTU_k указаны в таблице 7-1.

Прямое исправление ошибок (ПИО) блока OTU_k содержит коды ПИО Рида-Соломона RS(255,239). Если ПИО не используется, должны использоваться фиксированные байты-заполнители (все комбинации нулевые).

Код RS(255,239) должен вычисляться в соответствии с указаниями в Приложении A/G.709.

Для организации межсетевого взаимодействия оборудования, обеспечивающего ПИО, с оборудованием, не обеспечивающим ПИО (вставляющим нулевые комбинации фиксированного заполнения в области ПИО блока OTU_k), оборудование, реализующее ПИО, должно обеспечивать возможность блокировки процесса декодирования ПИО (игнорировать содержимое области ПИО блока OTU_k).

Порядок передачи битов в кадре блока OTU_k – слева направо, сверху вниз, от MSB к LSB (см. рисунок 11-2).

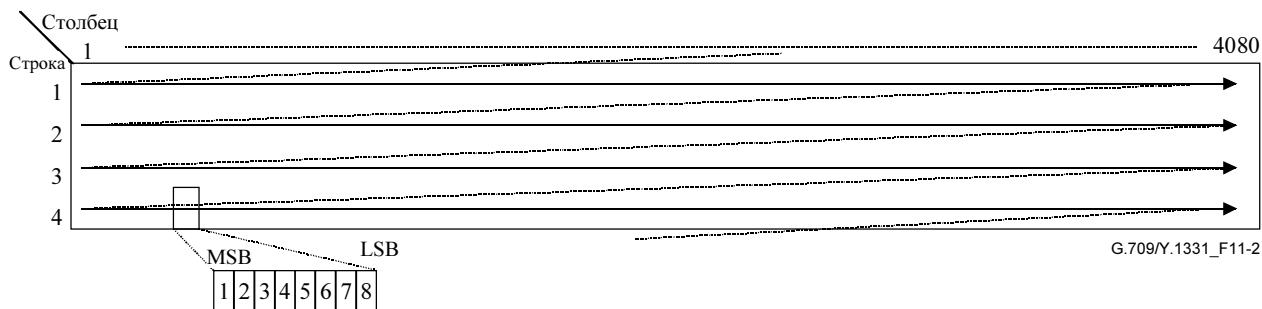


Рисунок 11-2/G.709/Y.1331 – Порядок передачи битов кадра блока OTUk

11.2 Скремблирование

Сигнал блока OTUk должен иметь в интерфейсе ONNI достаточное содержимое для битовой синхронизации. С помощью скремблера обеспечивается необходимое сочетание битов, исключающее длинную последовательность единиц или нулей.

Работа скремблера должна быть функционально идентична работе кадрового синхронного скремблера с длиной последовательности 65535, работающего со скоростью, равной скорости OTUk.

Порождающим полиномом должен быть $1 + x + x^3 + x^{12} + x^{16}$. Функциональная схема кадрового синхронного скремблера показана на рисунке 11-3.

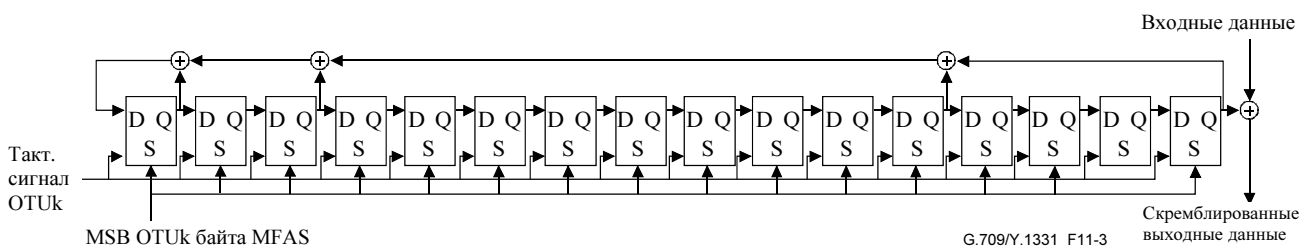


Рисунок 11-3/G.709/Y.1331 – Кадровый синхронный скремблер

Скремблер должен быть установлен в значение FFFF (HEX) в наибольшем значащем бите байта, следующим за последним обрамляющим байтом в кадре OTUk, т. е. за наибольшим значащим битом байта сигнала MFAS. Этот бит и все последующие биты, подлежащие скремблированию, должны быть просуммированы по модулю 2 с выходом из позиции скремблера x^{16} . Скремблер должен работать непрерывно в течение всего кадра блока OTUk. Обрамляющие байты (FAS) служебной нагрузки OTUk не должны скремблироваться.

Скремблирование осуществляется после вычисления области прямого исправления ошибок (ПИО) и ввода ее в сигнал блока OTUk.

12 Блок данных оптического канала (ODUk)

12.1 Кадровая структура блока ODUk

Кадровая структура блока ODUk ($k = 1, 2, 3$) представлена на рисунке 12-1. Она организована в октетную кадровую структуру с четырьмя строками и 3824 столбцами.

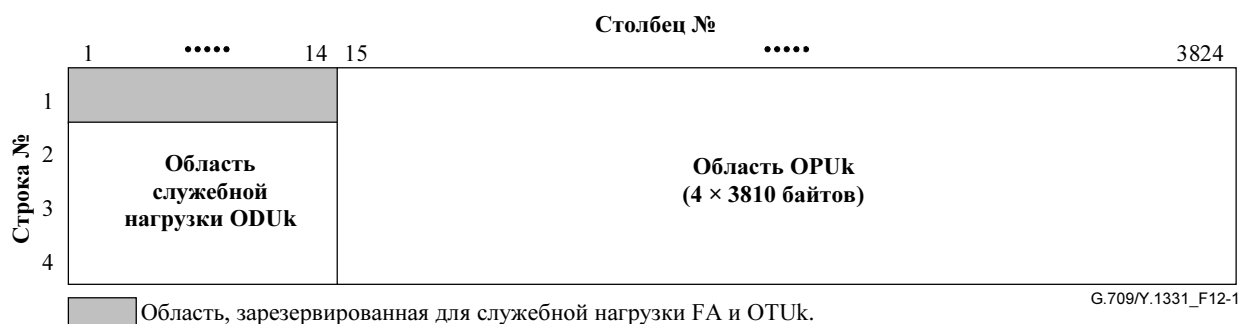


Рисунок 12-1/G.709/Y.1331 – Кадровая структура блока ODUk

Двумя главными областями кадра блока ODUk являются:

- область служебной нагрузки ODUk;
- область OPUk.

Столбцы с 1 по 14 блока ODUk отведены под область служебной нагрузки ODUk.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Столбцы с 1 по 14 строки 1 зарезервированы для покадрового выравнивания и служебной нагрузки, специфической для OTUk.

Столбцы с 15 по 3824 ODUk отводятся под область OPUk.

13 Блок полезной нагрузки оптического канала (OPUk)

На рисунке 13-1 представлена кадровая структура OPUk (k = 1,2,3). Она организована в октетную структуру с четырьмя строками и 3810 столбцами.

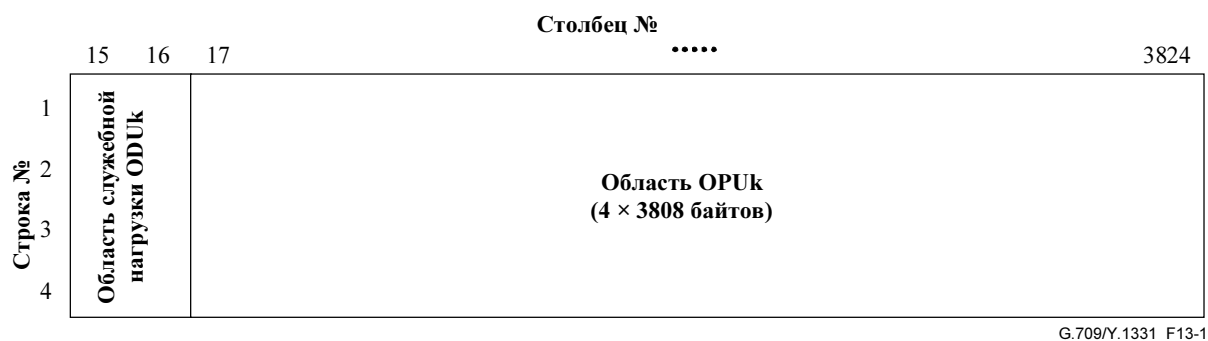


Рисунок 13-1/G.709/Y.1331 – Кадровая структура блока OPUk

Двумя главными областями кадра OPUk являются:

- область служебной нагрузки OPUk;
- область OPUk.

Столбцы 15 по 16 блока OPUk отведены под область служебной нагрузки OPUk.

Столбцы 17 по 3824 OPUk отведены под область полезной нагрузки OPUk.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Номера колонок OPUk получены из столбцов OPUk в кадре ODUk.

14 Сигнал служебной нагрузки модуля OTM (OOS)

Сигнал служебной нагрузки модуля OTM (OOS) состоит из служебной нагрузки участков OTS, OMS и канала OCh. Формат, структура и скорость передачи битов сигнала OOS не определены в настоящей Рекомендации. Сигнал OOS транспортируется по каналу OSC.

При определенной структуре оверлейной сети логического управления оператора в сигнале OOS можно также транспортировать общую информацию административного управления. Поэтому в некоторых применениях сигнал OOS может также транспортировать общие сообщения управления. Общие сообщения управления могут включать в себя сигнализацию, передачу речи и связь в звуковом диапазоне, загрузку программного обеспечения, специфические сообщения оператора и т. п.

15 Описание служебной нагрузки

На рисунке 15-1 представлена служебная нагрузка участков OTS, OMS и канала OCh.

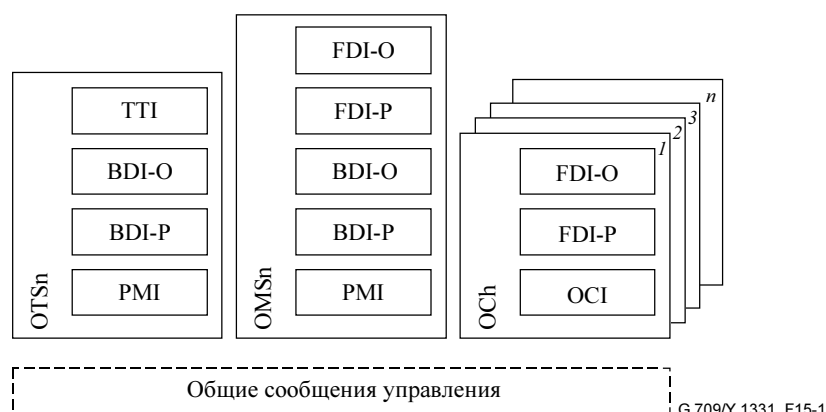


Рисунок 15-1/G.709/Y.1331 – Служебная нагрузка OTSn, OMSn и OCh в виде логических элементов в сигнале OOS

На рисунках 15-2 и 15-3 представлена служебная нагрузка блоков OTUk, ODUk и OPUk.

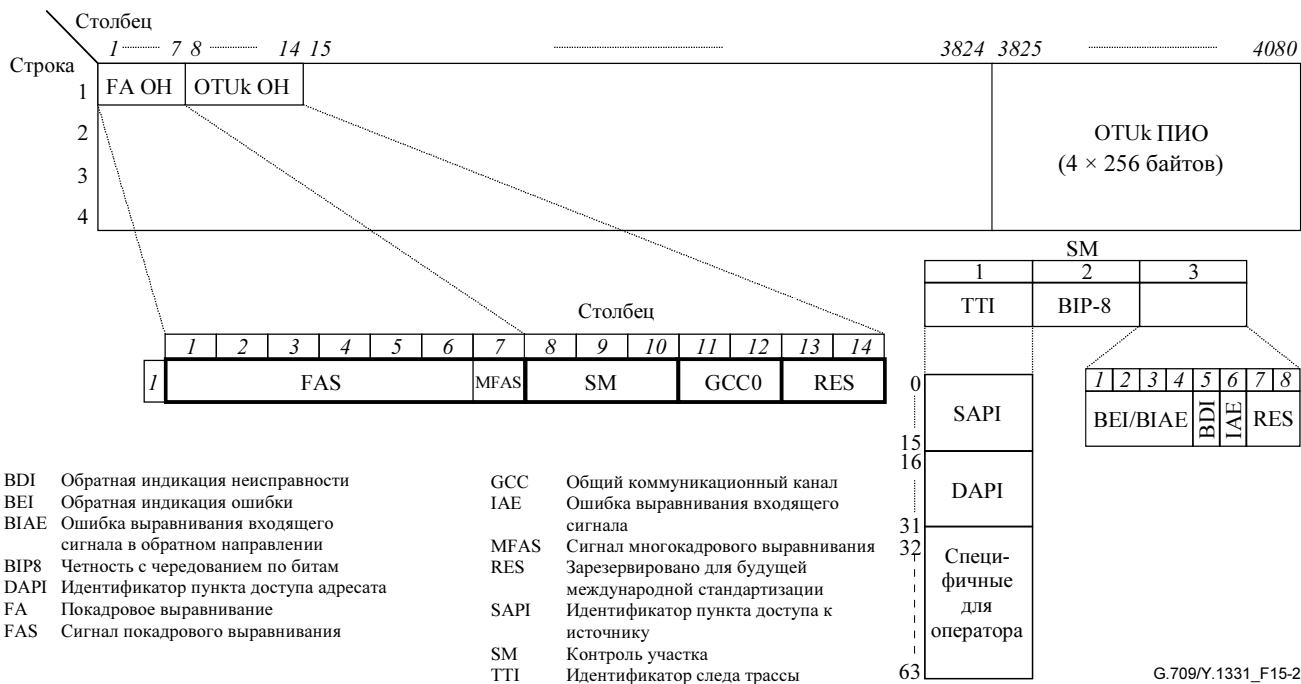
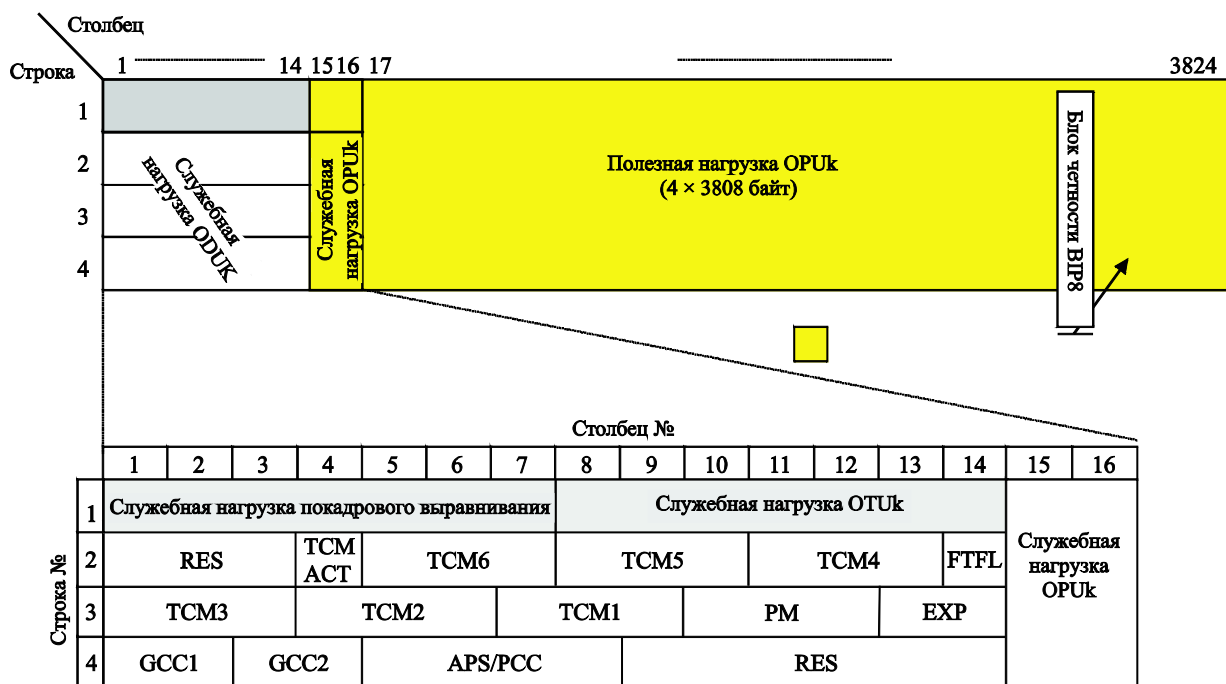


Рисунок 15-2/G.709/Y.1331 – Кадровая структура OTUk, покадровое выравнивание и служебная нагрузка блока OTUk



ACT Канал управления активацией/деактивацией

APS Канал координации автоматического защитного переключения

BDI Обратная индикация неисправности

BEI Обратная индикация ошибки

BIAE Ошибка выравнивания входящего сигнала в обратном направлении

BIP8 Четность с чередованием по битам – уровень 8

DAPI Идентификатор пункта доступа адресата

EXP Для экспериментальных целей

FTFL Канал отчетности о типе неисправности и о местонахождении неисправности

GCC Общий коммуникационный канал

PCC Канал защит

PM Контроль тракта

PSI Идентификатор структуры нагрузки

PT Тип полезной нагрузки

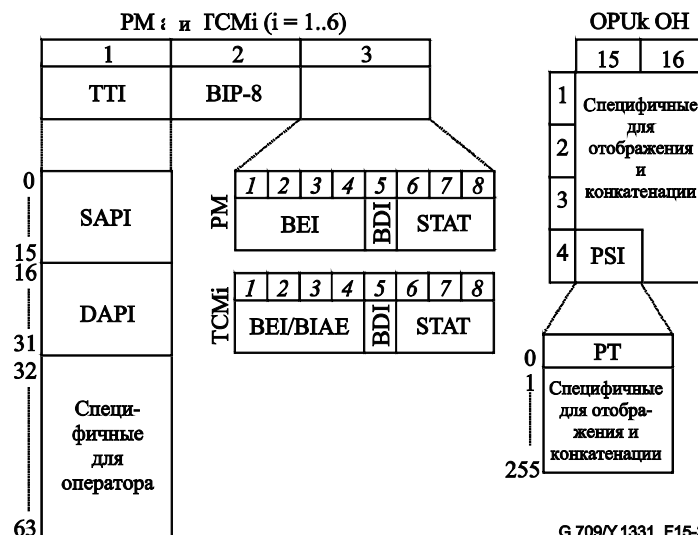
RES Зарезервировано для будущей международной стандартизации

SAPI Идентификатор пункта доступа к источнику

STAT Статус

TCM Контроль тандемного соединения

TTI Идентификатор следа трассы



G.709/Y.1331_F15-3

Рисунок 15-3/G.709/Y.1331 – Служебная нагрузка блоков ODUK и OPUK кадровой структуры блока OTUK

15.1 Типы служебной нагрузки

15.1.1 Служебная нагрузка блока полезной нагрузки оптического канала (OPUK OH)

Добавлением информации служебной нагрузки (ОН) блока OPUK к информационной полезной нагрузке блока OPUK создается блок OPUK. В него входит информация поддержки адаптации сигналов клиента. Служебная нагрузка блока OPUK заканчивается там, где осуществляется сегментирование и сборка OPUK. Конкретный формат и кодирование служебной нагрузки определены в подразделе 15.9.

15.1.2 Служебная нагрузка блока данных оптического канала (ODUK OH)

Добавлением информации служебной нагрузки (ОН) ODUK к информационной полезной нагрузке ODUK создается блок ODUK. Он включает в себя информацию функций технического обслуживания и эксплуатации для поддержки оптических каналов. Служебная нагрузка (ОН) ODUK состоит из частей, предназначенных для сквозного тракта блока ODUK и для шести уровней контроля тандемного соединения. Служебная нагрузка тракта блока ODUK заканчивается там, где осуществляется сегментирование и сборка ODUK. Служебная нагрузка тандемного соединения (ТС ОН) добавляется и заканчивается на источнике и приемнике соответствующих тандемных соединений. Конкретный формат и кодирование служебной нагрузки определены в подразделах 15.6 и 15.8.

15.1.3 Служебная нагрузка транспортного блока оптического канала (OTUk OH)

Информация OH OTUk является частью структуры сигнала OTUk. Она включает в себя информацию для функций эксплуатации для обеспечения транспортировки по одному или нескольким соединениям оптического канала. Служебная нагрузка OTUk заканчивается там, где осуществляется сегментирование и сборка блока OTUk. Конкретный формат и кодирование служебной нагрузки определены в подразделах 15.6 и 15.7.

Конкретная кадровая структура и кодирование нестандартной служебной нагрузки блока OTUkV не входят в предмет рассмотрения настоящей Рекомендации. В подразделе 15.7.3 определена только необходимая базовая функциональность, которая должна быть обеспечена.

15.1.4 Неприсоединенная служебная нагрузка оптического канала (OCh OH)

Информация OH канала OCh добавляется к блоку OTUk для создания канала OCh. Она включает в себя информацию для функций технического обслуживания для управления неисправностями. Служебная нагрузка OCh OH заканчивается там, где осуществляется сегментирование и сборка сигнала OCh.

Конкретная кадровая структура и кодирование служебной нагрузки OCh OH не входят в предмет рассмотрения настоящей Рекомендации. В подразделе 15.5 определена только необходимая базовая функциональность, которая должна быть обеспечена.

15.1.5 Участок мультиплексирования оптического сигнала – служебная нагрузка (OMS OH)

Информация OH участка OMS добавляется к группе OCG для создания блока OMU. Она включает в себя информацию для функций технического обслуживания и эксплуатации с целью обеспечения участков мультиплексирования оптического сигнала. Служебная поддержка участка OMS заканчивается там, где осуществляется сегментирование и сборка блока OMU.

Конкретная кадровая структура и кодирование для OH участка OMS не входят в предмет рассмотрения настоящей Рекомендации. В подразделе 15.4 определена только необходимая базовая функциональность, которая должна быть обеспечена.

15.1.6 Служебная нагрузка участка передачи оптического сигнала (OTS OH)

Информация OH участка OTS добавляется к информационной полезной нагрузке для создания модуля OTM. Она включает в себя информацию для функций технического обслуживания и эксплуатации с целью поддержки участков передачи оптического сигнала. Служебная нагрузка участка OTS заканчивается там, где осуществляется сегментирование и сборка модуля OTM.

Конкретная кадровая структура и кодирование служебной нагрузки участка OTS не входят в предмет рассмотрения настоящей Рекомендации. В подразделе 15.3 определена только необходимая базовая функциональность, которая должна быть обеспечена.

15.1.7 Служебная нагрузка сообщений общего управления (COMMS OH)

Информация OH сообщений COMMS добавляется к информационной полезной нагрузке для создания модуля OTM. Она обеспечивает передачу сообщений общего управления между элементами сети. Конкретная кадровая структура и кодирование служебной нагрузки сообщений COMMS не входят в предмет рассмотрения настоящей Рекомендации.

15.2 Определение идентификатора следа трассы и идентификатора пункта доступа

Идентификатор следа трассы (TTI) определяется в виде 64-байтовой последовательности, имеющей следующую структуру (см. рисунок 15-4):

- идентификатор TTI[0] содержит символ SAPI[0], который установлен в одни нули;
- идентификаторы TTI[1]–TTI[15] содержат 15-символьный идентификатор пункта доступа к источнику (SAPI[1]–SAPI[15]);
- идентификатор TTI[16] содержит символ DAPI[0], который установлен в одни нули;
- идентификаторы TTI[17]–TTI[31] содержат 15-символьный идентификатор пункта доступа адресата (DAPI[1]–DAPI[15]);
- идентификаторы TTI[32]–TTI[63] специфичны для оператора.



Рисунок 15-4/G.709/Y.1331 – Структура идентификатора TTI

Свойства идентификаторов пункта доступа (API):

- каждый идентификатор пункта доступа должен быть глобально уникальным в уровневой сети;
- в тех случаях, когда предполагается, что для создания тракта через границу между операторами может потребоваться пункт доступа, идентификатор пункта доступа должен быть доступен другим операторам сети;
- идентификатор пункта доступа не должен меняться в течение времени существования пункта доступа;
- идентификатор пункта доступа должен быть в состоянии определить страну и оператора сети, отвечающего за маршрутизацию к пункту доступа и от него;
- группа всех идентификаторов пункта доступа, принадлежащая к одной сети административного уровня, должна образовывать единую схему идентификации пункта доступа;
- схема идентификаторов пункта доступа каждой сети административного уровня может не зависеть от его схемы в любой другой сети административного уровня.

Рекомендуется, чтобы каждый из блоков ODUk, OTUk и OTM имел схему идентификации пункта доступа, построенную по древовидному принципу, чтобы облегчить алгоритмы поиска при управлении маршрутизацией. Идентификатор пункта доступа должен быть глобально однозначным.

Идентификатор пункта доступа (SAPI, DAPI) должен состоять из трехзначного международного сегмента и двенадцатизначного *национального сегмента* (NS) (см. рисунок 15-5). Эти знаки должны кодироваться в соответствии с Рекомендацией МСЭ-Т T.50 (Международный справочный алфавит – Набор 7-битовых кодированных символов для обмена информацией).

Символ IS №			Символ NS №											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
CC			ICC	UAPC										
CC			ICC		UAPC									
CC			ICC			UAPC								
CC			ICC				UAPC							
CC			ICC					UAPC						
CC			ICC						UAPC					
CC			ICC							UAPC				

Рисунок 15-5/G.709/Y.1331 – Структура идентификатора пункта доступа

Поле международного сегмента содержит трехзначный *географический и/или государственный код страны* (G/PCC) в соответствии со стандартом ИСО 3166. Для кода страны за основу взят трехзначный код из букв верхнего регистра стандарта ИСО 3166 (например, USA, FRA).

Поле национального сегмента состоит из двух подполей: из кода оператора связи МСЭ (ICC), за которым следует уникальный код пункта доступа (UAPC).

Код оператора связи МСЭ представляет собой код, присваиваемый оператору сети или поставщику услуг и выдаваемый Бюро стандартизации электросвязи (БСЭ) МСЭ-Т, согласно Рекомендации МСЭ-Т М.1400. Этот код содержит от одного до шести выровненных влево знаков – только алфавитных, либо начальных алфавитных и конечных цифровых знаков.

Уникальный код пункта доступа относится к компетенции организации, которой был присвоен код страны и код оператора связи МСЭ, при условии что гарантирована уникальность. Этот код должен содержать от 6 до 11 знаков, с конечным символом NUL, и в завершение располагается 12-знаковый национальный сегмент.

15.3 Описание служебной нагрузки OTS OH

Определены следующие виды служебной нагрузки участка OTSn модуля OTM-n:

- OTSn-TTI;
- OTSn-BDI-P;
- OTSn-BDI-O;
- OTSn-PMI.

15.3.1 Идентификатор следа трассы (TTI) участка OTS

Идентификатор OTSn-TTI предназначен для транспортировки 64-байтового идентификатора TTI, определенного в подразделе 15.2 с целью контроля участка OTSn.

15.3.2 Обратная индикация ошибки участка OTS – Полезная нагрузка (BDI-P)

С целью контроля участка OTSn предусмотрен сигнал OTSn-BDI-P для передачи в восходящем направлении ошибочного состояния сигнала полезной нагрузки участка OTSn, обнаруженного функцией завершения трассы приемника участка OTSn.

15.3.3 Обратная индикация ошибки участка OTS – Служебная нагрузка (BDI-O)

С целью контроля участка OTSn предусмотрен сигнал OTSn-BDI-O для передачи в восходящем направлении ошибочного состояния сигнала служебной нагрузки участка OTSn, обнаруженного функцией завершения трассы приемника участка OTSn.

15.3.4 Индикация отсутствия полезной нагрузки (PMI) OTS

Индикация PMI участка OTS представляет собой сигнал, посылаемый в нисходящем направлении и указывающий на то, что в восходящем направлении в пункте источника сигнала участка OTS не добавлена полезная нагрузка, с тем чтобы подавить сообщение о возникающей в результате потере сигнала.

15.4 Описание служебной нагрузки OMS OH

Определены следующие виды служебной нагрузки участка OMSn модуля OTM-n:

- OMSn-FDI-P;
- OMSn-FDI-O;
- OMSn-BDI-P;
- OMSn-BDI-O;
- OMSn-PMI.

15.4.1 Прямая индикация неисправности участка OMS – Полезная нагрузка (FDI-P)

С целью контроля участка OMSn предусмотрен сигнал OMSn-FDI-P для передачи в нисходящем направлении статуса сигнала полезной нагрузки участка OMSn (нормальный или искаженный).

15.4.2 Прямая индикация неисправности участка OMS – Служебная нагрузка (FDI-O)

С целью контроля участка OMSn предусмотрен сигнал OMSn-FDI-O для передачи в нисходящем направлении статуса сигнала служебной нагрузки участка OMSn (нормальный или искаженный).

15.4.3 Обратная индикация ошибки участка OMS – Полезная нагрузка (BDI-P)

С целью контроля участка OMSn предусмотрен сигнал OMSn-BDI-P для передачи в восходящем направлении ошибочного состояния сигнала полезной нагрузки участка OMSn, обнаруженного функцией завершения трассы приемника участка OMSn.

15.4.4 Обратная индикация ошибки участка OMS – Служебная нагрузка (BDI-O)

С целью контроля участка OMSn предусмотрен сигнал OMSn-BDI-O для передачи в восходящем направлении ошибочного состояния сигнала служебной нагрузки участка OMSn, обнаруженного функцией завершения трассы приемника участка OMSn.

15.4.5 Индикация отсутствия полезной нагрузки участка OMS (PMI)

Индикация PMI участка OMS представляет собой сигнал, посылаемый в нисходящем направлении и указывающий на то, что в восходящем направлении в пункте источника сигнала участка OMS ни одна из OCC_{ps} не содержит сигнала оптического канала, чтобы подавить сообщение о возникающей в результате потере сигнала.

15.5 Описание служебной нагрузки OCh OH

Определены следующие виды служебной нагрузки канала OCh модуля OTM-n:

- OCh-FDI-P;
- OCh-FDI-O;
- OCh-OCI.

15.5.1 Прямая индикация неисправности канала OCh – Полезная нагрузка (FDI-P)

С целью контроля трассы канала OCh предусмотрен сигнал OCh-FDI-P для передачи в нисходящем направлении статуса сигнала полезной нагрузки канала OCh (нормальный или искаженный).

15.5.2 Прямая индикация неисправности канала OCh – Служебная нагрузка (FDI-O)

С целью контроля трассы канала OCh предусмотрен сигнал OCh-FDI-O для передачи в нисходящем направлении статуса сигнала служебной нагрузки канала OCh (нормальный или искаженный).

15.5.3 Индикация открытого соединения (OCI) канала OCh

Индикация OCI канала OCh представляет собой сигнал, посылаемый в нисходящем направлении и указывающий на то, что в восходящем направлении в функции соединения матричное соединение разорвано действием команды управления. Обнаруженное в результате состояние потери сигнала в конечном пункте канала OCh теперь может быть связано с разомкнутой матрицей.

15.6 Описание служебной нагрузки покадрового выравнивания блоков OTUk/ODUk

15.6.1 Расположение служебной нагрузки покадрового выравнивания блоков OTUk/ODUk

Местоположение служебной нагрузки покадрового выравнивания блоков OTUk/ODUk показано на рисунке 15-6. Служебная нагрузка покадрового выравнивания блоков OTUk/ODUk применима к сигналам блоков OTUk и ODUk.

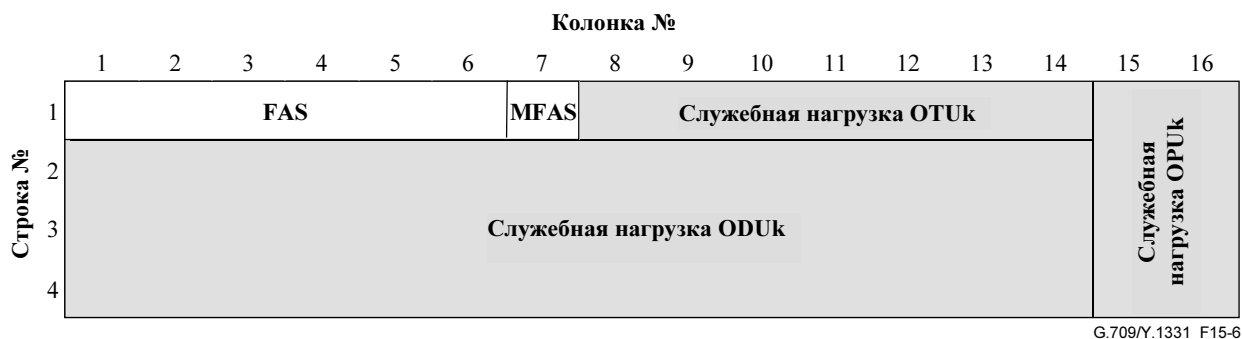


Рисунок 15-6/G.709/Y.1331 – Служебная нагрузка покадрового выравнивания блоков OTUk/ODUk

15.6.2 Определение служебной нагрузки покадрового выравнивания блоков OTUk/ODUk

15.6.2.1 Сигнал покадрового выравнивания (FAS)

Шестибайтовый сигнал OTUk-FAS (см. рисунок 15-7) представлен в строке 1, столбцы 1–6 служебной нагрузки блока OTUk. В OA1 записано "1111 0110", а в OA2 – "0010 1000".

FAS OH байт 1								FAS OH байт 2								FAS OH байт 3								FAS OH байт 4								FAS OH байт 5								FAS OH байт 6							
1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
OA1								OA1								OA1								OA2								OA2								OA2							

G.709/Y.1331_F15-7

Рисунок 15-7/G.709/Y.1331 – Структура служебной нагрузки сигнала покадрового выравнивания

15.6.2.2 Сигнал многокадрового выравнивания (MFAS)

Некоторые сигналы служебной нагрузки блоков OTUk и ODUk могут охватывать несколько кадров блоков OTUk/ODUk, например, сигналы служебной нагрузки идентификатора TPI и контроля тандемного соединения (TCM-ACT). Эти и другие сигналы служебной нагрузки многокадровой структуры нуждаются в выполнении многокадрового (сверхциклового) выравнивания в дополнение к покадровому выравниванию блоков OTUk/ODUk.

Для этой цели в строке 1, столбец 7 служебной нагрузки блока OTUk/ODUk предусматривается однобайтовый сигнал многокадрового выравнивания (MFAS) (см. рисунок 15-8). Значение байта MFAS с каждым кадром блоков OTUk/ODUk получает приращение и создает сверхцикл из 256 кадров.

Байт MFAS OH							
1	2	3	4	5	6	7	8
:							
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	1	0	0
:							
1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1
:							

Последовательность MFAS

G.709/Y.1331_F15-8

Рисунок 15-8/G.709/Y.1331 – Служебная нагрузка сигнала многокадрового выравнивания

Отдельные сигналы служебной нагрузки блоков OTUk/ODUk могут использовать эту центральную многокадровую группу для тесной увязки своих 2-кадровых, 4-кадровых, 8-кадровых, 16-кадровых, 32-кадровых и т. д. многокадровых групп с основным кадром.

15.7 Описание служебной нагрузки OTUk OH

15.7.1 Местоположение служебной нагрузки OTUk

Местоположение служебной нагрузки OTUk показано на рисунках 15-9 и 15-10.

		Колонка №																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
Строка №	1	Служебная нагрузка покадрового выравнивания							SM		GCC0		RES		Служебная нагрузка OPUk					
	2	Служебная нагрузка ODUk																		
	3																			
	4																			

G.709/Y.1331 F15-9

Рисунок 15-9/G.709/Y.1331 – Служебная нагрузка OTUk

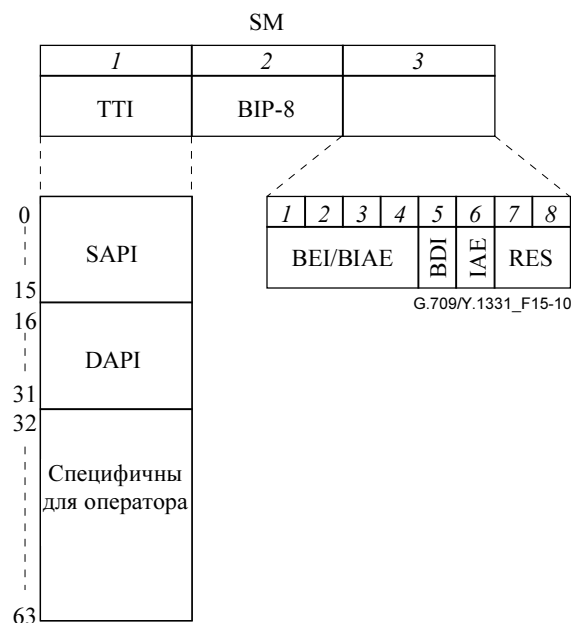


Рисунок 15-10/G.709/Y.1331 – Служебная нагрузка контроля участка OTUk

15.7.2 Определение служебной нагрузки OTUk

15.7.2.1 Служебная нагрузка контроля участка (SM) OTUk

Одно поле служебной нагрузки контроля участка (SM) OTUk, показанное в строке 1, столбцы 8–10, предназначено для контроля участка.

Поле SM состоит из следующих подполей (см. рисунок 15-10):

- идентификатор следа трассы (TTI);
- четность с чередованием по битам (BIP-8);
- обратная индикация неисправности (BDI);
- обратная индикация ошибки и ошибка выравнивания входящего сигнала, передаваемая в обратном направлении (BEI/BIAE);
- ошибка выравнивания входящего сигнала (IAE);
- биты, зарезервированные для будущей международной стандартизации (RES).

15.7.2.1.1 Идентификатор следа трассы (TTI) SM OTUk

С целью контроля участка предусмотрена служебная нагрузка однобайтового идентификатора следа трассы (TTI) для транспортировки 64-байтового сигнала TTI, описанного в подразделе 15.2.

Сигнал 64-байтового TTI должен быть синхронизирован с многокадровой группой OTUk (см. п. 15.6.2.2) и должен посылаться по четыре раза на каждую многокадровую группу. В позициях 0000 0000 (0x00), 0100 0000 (0x40), 1000 0000 (0x80) и 1100 0000 (0xC0) многокадровой группы блока OTUk должен присутствовать байт 0 сигнала 64-байтового сигнала TTI.

15.7.2.1.2 Код обнаружения ошибки (BIP-8) SM OTUk

С целью контроля участка предусмотрен однобайтовый сигнал кода обнаружения ошибки. Этот байт содержит код *четности с чередованием по битам-8* (BIP-8).

ПРИМЕЧАНИЕ. – Обозначение *BIP-8* относится только к количеству битов BIP, а не к применению кода обнаружения ошибок (EDC) (т. е. какие количества подсчитываются). Определение BIP-8 приведено в определении BIP-X в Рекомендации МСЭ-Т G.707/Y.1322.

Код BIP-8 блока OTUk вычисляется в области битов блока OPUk (столбцы 15–3824) кадра *i* OTUk и помещается в место расположения служебной нагрузки кода BIP-8 блока OTUk в кадре *i+2* OTUk (см. рисунок 15-11).

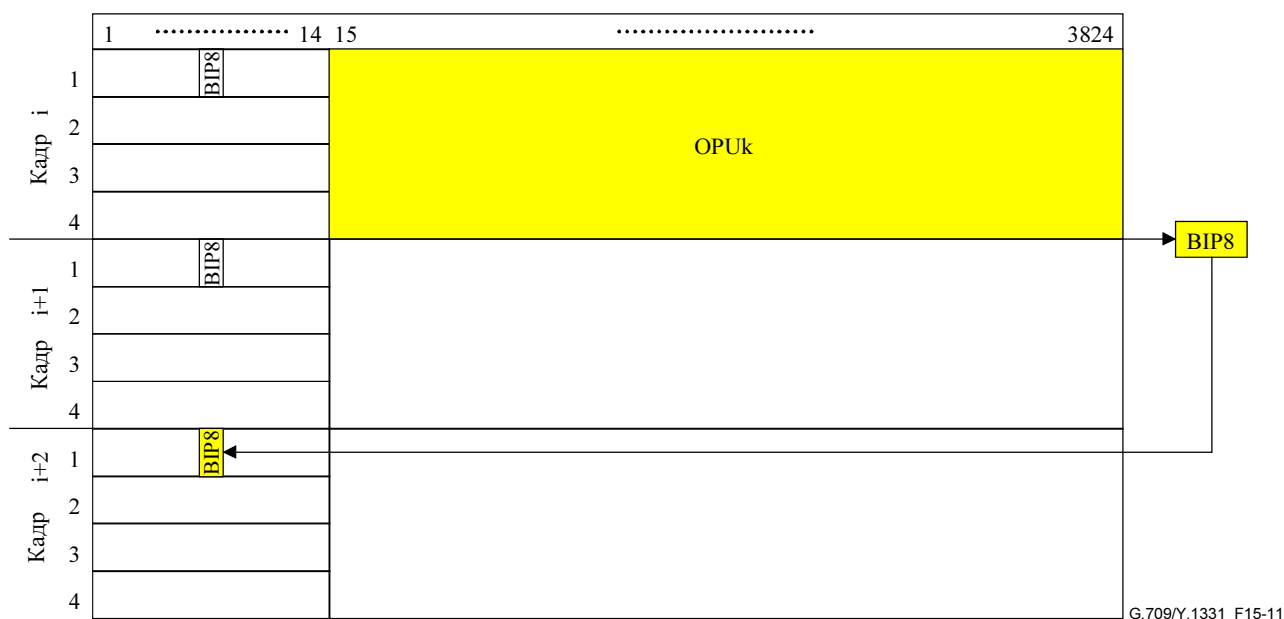


Рисунок 15-11/G.709/Y.1331 – Вычисление кода BIP-8 SM OTUk

15.7.2.1.3 Обратная индикация неисправности (BDI) SM блока OTUk

С целью контроля участка предусмотрен однобитовый сигнал обратной индикации неисправности (BDI) для передачи статуса ошибки в сигнале, обнаруженной функцией завершения участка для приемника в восходящем направлении.

Индикация BDI устанавливается в "1" при указании обратной индикации неисправности блока OTUk; в противном случае она устанавливается в "0".

15.7.2.1.4 Обратная индикация ошибки и ошибка выравнивания входящего сигнала, передаваемая в обратном направлении (BEI/BIAE) OTUk SM

С целью контроля участка предусмотрен четырехбитовый сигнал обратной индикации ошибки (BEI) и ошибки выравнивания входящего сигнала, передаваемой в обратном направлении (BIAE). Этот сигнал используется для передачи в восходящем направлении результатов подсчета блоков с чередованием по битам, в которых была обнаружена ошибка соответствующим приемником контроля участка блока OTUk с использованием кода BIP-8. Он используется также для передачи в восходящем направлении состояния ошибки выравнивания входящего сигнала (IAE), обнаруженного в соответствующем приемнике контроля участка блока OTUk в служебной нагрузке IAE.

Во время состояния ошибки IAE код "1011" вводится в поле BEI/BIAE и счет ошибок игнорируется. В противном случае счет ошибок (0–8) вводится в поле BEI/BIAE. Остальные шесть возможных значений, представленные этими четырьмя битами, могут быть только результатом какого-то безотносительного состояния и должны интерпретироваться как нулевые ошибки (см. таблицу 15-1) и как неактивный сигнал BIAE.

Таблица 15-1/G.709/Y.1331 – Интерпретация сигналов BEI/BIAE контроля участка (SM) блока OTUk

OTUk SM BEI/BIAE				BIAE		Нарушения ВР	
биты	1	2	3	4			
	0	0	0	0	ложно	0	
	0	0	0	1	ложно	1	
	0	0	1	0	ложно	2	
	0	0	1	1	ложно	3	
	0	1	0	0	ложно	4	
	0	1	0	1	ложно	5	
	0	1	1	0	ложно	6	
	0	1	1	1	ложно	7	
	1	0	0	0	ложно	8	
	1	0	0	1, 1	ложно	0	
	1	0	1	1	истинно	0	
	1	1	0	0	ложно	0	
	–						
	1	1	1	1			

15.7.2.1.5 Служебная нагрузка ошибки выравнивания входящего сигнала (IAE) OTUk SM

Предусмотрен однобитовый сигнал ошибки выравнивания входящего сигнала (IAE), позволяющий пункту ввода S-CMEP информировать своего партнера в пункте выхода S-CMEP об обнаружении ошибки выравнивания во входящем сигнале.

Ошибка IAE устанавливается в "1" для указания ошибки покادрового выравнивания, в противном случае она устанавливается в "0".

В точке выхода TC-CMEP эта информация может использоваться для подавления подсчета ошибок по битам, которые могут быть результатом изменения фазы кадра OTUk на входе участка.

15.7.2.1.6 Резервированная служебная нагрузка (RES) OTUk SM

С целью контроля участка два бита зарезервированы (RES) для будущей международной стандартизации. Они установлены в "00".

15.7.2.2 Общий коммуникационный канал 0 (GCC0) OTUk

Два байта расположены в служебной нагрузке блока OTUk для поддержки общего коммуникационного канала между оконечными пунктами OTUk. Это свободный канал, и любая спецификация формата не входит в задачи настоящей Рекомендации. Эти байты расположены в строке 1, столбцы 11 и 12, служебной нагрузки блока OTUk.

15.7.2.3 Резервированная служебная нагрузка (RES) OTUk

Два байта служебной нагрузки OTUk зарезервированы для будущей международной стандартизации. Эти байты расположены в строке 1, столбцы 13 и 14. Эти байты установлены в НУЛИ.

15.7.3 Служебная нагрузка OTUkV

Функционально стандартизированный кадр OTUkV в качестве минимальной возможности должен обеспечивать функции контроля участка, сравнимого с контролем участка блока OTUk (см. п. 15.7.2.1) с идентификатором следа трассы, определенным в подразделе 15.2. Более подробная спецификация этой служебной нагрузки не входит в предмет рассмотрения настоящей Рекомендации.

15.8.1 Местоположение ODUk OH

		Колонка №															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Строка №	1	Служебная нагрузка покадрового выравнивания							Служебная нагрузка OTUk							Служебная нагрузка OPUk	
	2	RES			TCM ACT	TCM6			TCM5			TCM4			FTFL		
	3	TCM3			TCM2			TCM1			PM			EXP			
	4	GCC1		GCC2		APS/PCC				RES							

G.709/Y.1331 F15-1

PM

1	2	3
TTI	BIP-8	

0
|
15
16
|
31
32
|
63

1	2	3	4	5	6	7	8
BEI				BDI	STAT		

Специфичны для оператора

G.709/Y.1331_F15-13

Рек. МСЭ-Т G.709/Y.1331 (03/2003)

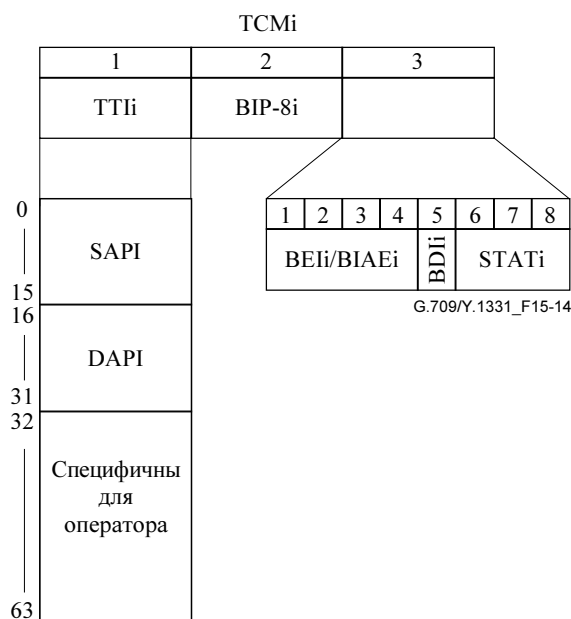


Рисунок 15-14/G.709/Y.1331 – Служебная нагрузка контроля тандемного соединения № i блока ODUk

15.8.2 Определение ODUk OH

15.8.2.1 Служебная нагрузка контроля тракта (PM) ODUk

Одно поле блока ODUk служебной нагрузки контроля тракта (PM) определено в строке 3, столбцы 10–12, для обеспечения контроля тракта.

Поле PM содержит следующие подполя (см. рисунок 15-13):

- идентификатор следа трассы (TTI);
- четность с чередованием по битам (BIP-8);
- обратная индикация неисправности (BDI);
- обратная индикация ошибки (BEI);
- биты статуса, указывающие на наличие сигнала технического обслуживания (STAT).

Содержимое поля PM, за исключением подполя STAT, при наличии сигнала технического обслуживания будет неопределенным (повторение всех единиц, комбинации 0110 0110 или 0101 0101) (например, ODUk-AIS, ODUk-OCI, ODUk-LCK). См. подраздел 16.5.

15.8.2.1.1 Идентификатор следа трассы (TTI) ODUk PM

С целью контроля тракта предусмотрена служебная нагрузка однобайтового идентификатора следа трассы (TTI) для транспортировки сигнала 64-байтового сигнала TTI, определенного в подразделе 15.2.

Сигнал 64-байтового TTI должен быть синхронизирован с многокадровой группой блока ODUk (см. 15.6.2.2) и должен посылаться по четыре раза на каждую многокадровую группу. В позициях 0000 0000 (0x00), 0100 0000 (0x40), 1000 0000 (0x80) и 1100 0000 (0xC0) многокадровой группы ODUk должен присутствовать байт 0 сигнала 64-байтового TTI.

15.8.2.1.2 Код обнаружения ошибок (BIP-8) ODUk PM

С целью контроля тракта предусмотрен однобайтовый сигнал кода обнаружения ошибок. Этот байт содержит код контроля четности с чередованием по битам-8 (BIP-8).

ПРИМЕЧАНИЕ. – Обозначение *BIP-8* относится только к количеству битов BIP, а не к применению кода EDC (т. е. количество подсчитываемых битов). Определение BIP-8 приведено в определении BIP-X в Рекомендации МСЭ-Т G.707/Y.1322.

Каждый код BIP-8 ODUk вычисляется по битам в области OPUk (столбцы 15–3824) кадра *i* блока ODUk и помещается в место расположения служебной нагрузки ODUk PM BIP-8 в кадре *i+2* блока ODUk (см. рисунок 15-15).

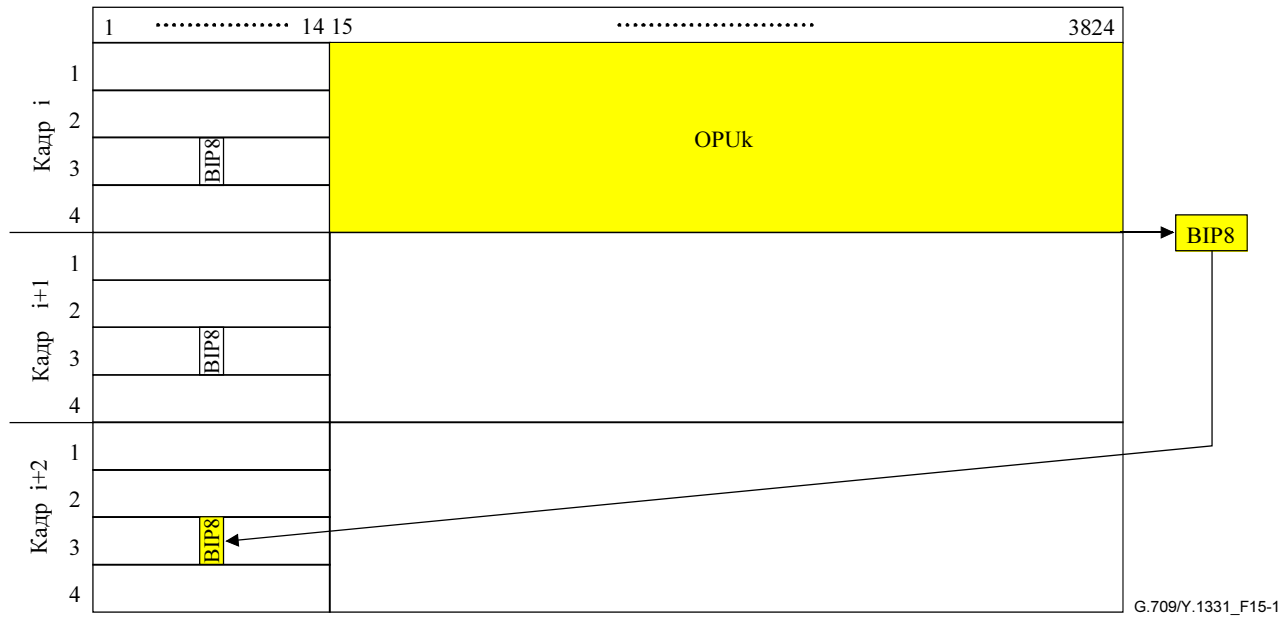


Рисунок 15-15/G.709/Y.1331 – Вычисление ODUk PM BIP-8

15.8.2.1.3 Обратная индикация неисправности (BDI) PM ODUk

С целью контроля тракта предусмотрен однобитовый сигнал обратной индикации неисправности (BDI) для передачи статуса ошибки в сигнале, обнаруженной в функции завершения участка для тракта, в восходящем направлении.

Сигнал BDI устанавливается в "1" для указания обратной индикации неисправности ODUk, в противном случае он устанавливается в "0".

15.8.2.1.4 Обратная индикации ошибки (BEI) ODUk PM

С целью контроля тракта предусмотрен четырехбитовый сигнал обратной индикации ошибки (BEI) для передачи в восходящем направлении результата подсчета блоков с чередованием по битам, в которых была обнаружена ошибка соответствующим приемником контроля участка тракта ODUk с использованием кода BIP-8. Этот счет имеет девять нормативных значений, т. е. от 0 до 8 ошибок. Остальные семь возможных значений, представленные этими четырьмя битами, могут быть только результатом каких-то безотносительных условий и должны быть интерпретированы как нулевые ошибки (см. таблицу 15-2).

Таблица 15-2/G.709/Y.1331 – Интерпретация ODUk PM BEI

ODUk PM BEI					Нарушения VIP
биты	1	2	3	4	
	0	0	0	0	0
	0	0	0	1	1
	0	0	1	0	2
	0	0	1	1	3
	0	1	0	0	4
	0	1	0	1	5
	0	1	1	0	6
	0	1	1	1	7
	1	0	0	0	8
	1	0	0	1	0
	—				
	1	1	1	1	

15.8.2.1.5 Статус (STAT) ODUk PM

При контроле тракта три бита определены как биты статуса (STAT). Они указывают на наличие сигнала технического обслуживания (см. таблицу 15-3).

Пункт Р-СМЕР устанавливает эти биты в "001".

Таблица 15-3/G.709/Y.1331 – Интерпретация статуса ODUk PM

Байт 3 PM	Статус
биты 6 7 8	
0 0 0	Зарезервированы для будущей международной стандартизации
0 0 1	Нормальный сигнал тракта
0 1 0	Зарезервированы для будущей международной стандартизации
0 1 1	Зарезервированы для будущей международной стандартизации
1 0 0	Зарезервированы для будущей международной стандартизации
1 0 1	Сигнал технического обслуживания: ODUk-LCK
1 1 0	Сигнал технического обслуживания: ODUk-OCI
1 1 1	Сигнал технического обслуживания: ODUk-AIS

15.8.2.2 Служебная нагрузка контроля тандемного соединения (TCM) ODUk

В строке 2, столбцы 5–13, и в строке 3, столбцы 1–9, служебной нагрузки ODUk определены шесть полей служебной нагрузки контроля тандемного соединения (TCM) ODUk. Поля TCM обеспечивают контроль соединений ODUk в одном или нескольких из следующих сетевых применений (см. Рекомендации МСЭ-Т G.805 и G.872):

- контроль тандемного соединения оптических UNI–UNI; контроль соединения ODUk через транспортную сеть общего пользования (от входного сетевого окончания к выходному сетевому окончанию сети общего пользования);

- контроль тандемного оптического соединения NNI–NNI; контроль соединения ODUk через сеть оператора сети (от входного сетевого окончания к выходному сетевому окончанию сети оператора);
- контроль подуровня для защитного переключения соединения подсети линейного оптического канала 1+1, 1:1 и 1:n с целью обнаружения пропаданий и искажений сигнала;
- контроль подуровня для безопасного переключения кольца с коллективной защитой (SPRing) оптического канала с целью обнаружения пропаданий и искажений сигнала;
- контроль тандемного соединения оптического канала с целью обнаружения пропаданий и искажений сигнала в переключаемом соединении оптического канала для инициирования автоматического восстановления соединения при состояниях неисправности или ошибки в сети;
- контроль тандемного соединения оптического канала, например, для локализации неисправностей или проверки качества предоставляемых услуг.

Шесть полей контроля TCM имеют номера TCM1, TCM2, ..., TCM6.

В каждом поле TCM имеются следующие подполя (см. рисунок 15-14):

- идентификатор следа трассы (TPI);
- четность с чередованием по битам-8 (BIP-8);
- обратная индикация неисправности (BDI);
- обратная индикация ошибки и ошибка выравнивания входящего сигнала, передаваемая в обратном направлении (BEI/BIAE);
- биты статуса, указывающие на наличие служебной нагрузки TCM, на ошибку выравнивания входящего сигнала или на сигнал технического обслуживания (STAT).

Содержимое полей TCM, за исключением подполя STAT, может быть неопределенным (содержимое представляет собой повторы всех единиц комбинации, 0110 0110 или 0101 0101) в период наличия сигнала контроля (например, ODUk-AIS, ODUk-OCI, ODUk-LCK). См. подраздел 16.5.

Поле TCM относится к контролируемому соединению, как описано в 15.8.2.2.6. Количество контролируемых соединений вдоль трассы ODUk может колебаться от 0 до 6. Контролируемые соединения могут быть вложенными, перекрывающимися и/или каскадно расположенными. Вложенные и каскадно расположенные соединения представлены на рисунке 15-16. Контролируемые соединения A1-A2/B1-B2/C1-C2 и A1-A2/B3-B4 являются вложенными, а соединения B1-B2/B3-B4 – каскадно расположенными.

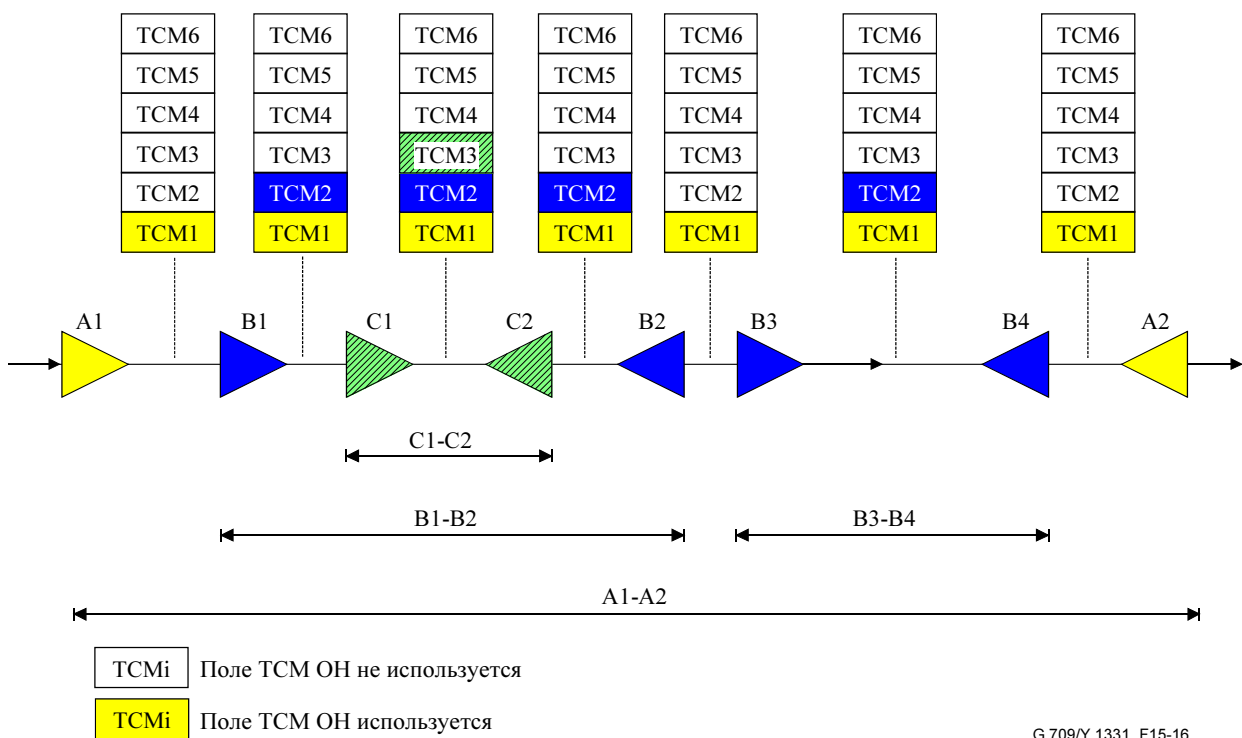


Рисунок 15-16/G.709/Y.1331 – Пример вложенных и каскадно расположенных контролируемых соединений ODUk

Предусмотрены также перекрывающиеся контролируемые соединения, как показано на рисунке 15-17 (B1-B2 и C1-C2).

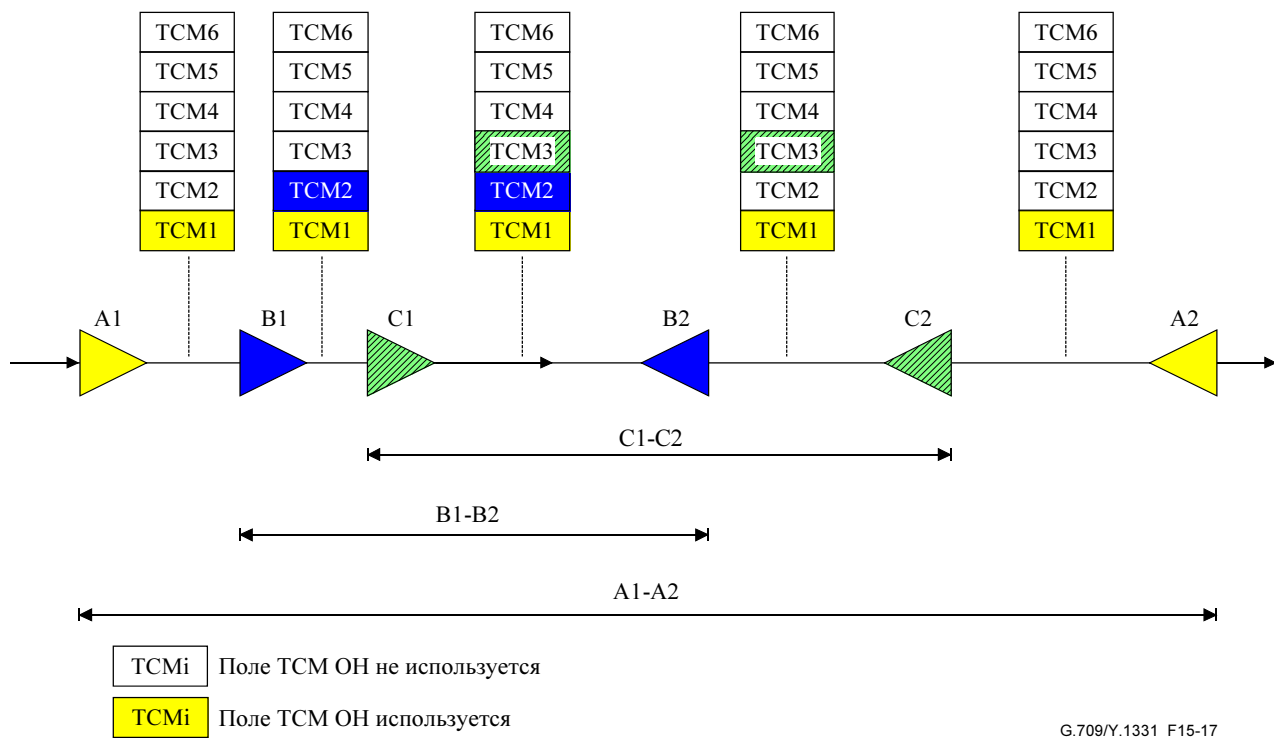


Рисунок 15-17/G.709/Y.1331 – Пример перекрывающихся контролируемых соединений ODUk

15.8.2.2.1 Идентификатор следа трассы (TTI) ODUk TCM

Для каждого поля контроля tandemного соединения выделяется один байт служебной нагрузки при транспортировке 64-байтового идентификатора следа трассы (TTI), определенного в подразделе 15.2. 64-байтовый сигнал TTI должен быть синхронизирован с мультикадром ODUk (см. 15.6.2.2) и передаваться по четыре раза на каждую группу кадров. Байт 0 64-байтового сигнала TTI должен находиться на позициях группы кадров блока ODUk 0000 0000 (0x00), 0100 0000 (0x40), 1000 0000 (0x80) и 1100 0000 (0xC0).

15.8.2.2.2 Код обнаружения ошибки (BIP-8) ODUk TCM

Для каждого поля контроля tandemного соединения определяется однобайтовый сигнал кода обнаружения ошибки. Этот байт используется как 8-битовый код четности с чередованием по битам (BIP-8).

ПРИМЕЧАНИЕ. – Обозначение *BIP-8* относится только к числу битов кода BIP, а не к использованию кода обнаружения ошибок (EDC) (т. е. какие величины подсчитываются). Определение кода BIP-8 вытекает из определения кода BIP-X, представленного в Рекомендации МСЭ-Т D.707/Y.1322.

Каждый код BIP-8 блока ODUk вычисляется относительно битов в области блока OPUk (столбцы с 15-го по 3824-ый) кадра *i* блока ODUk и вводится в местоположение служебной нагрузки кода BIP-8 контроля TCM блока ODUk (связанной с уровнем контроля tandemного соединения) кадра *i+2* блока ODUk (см. рисунок 15-18).

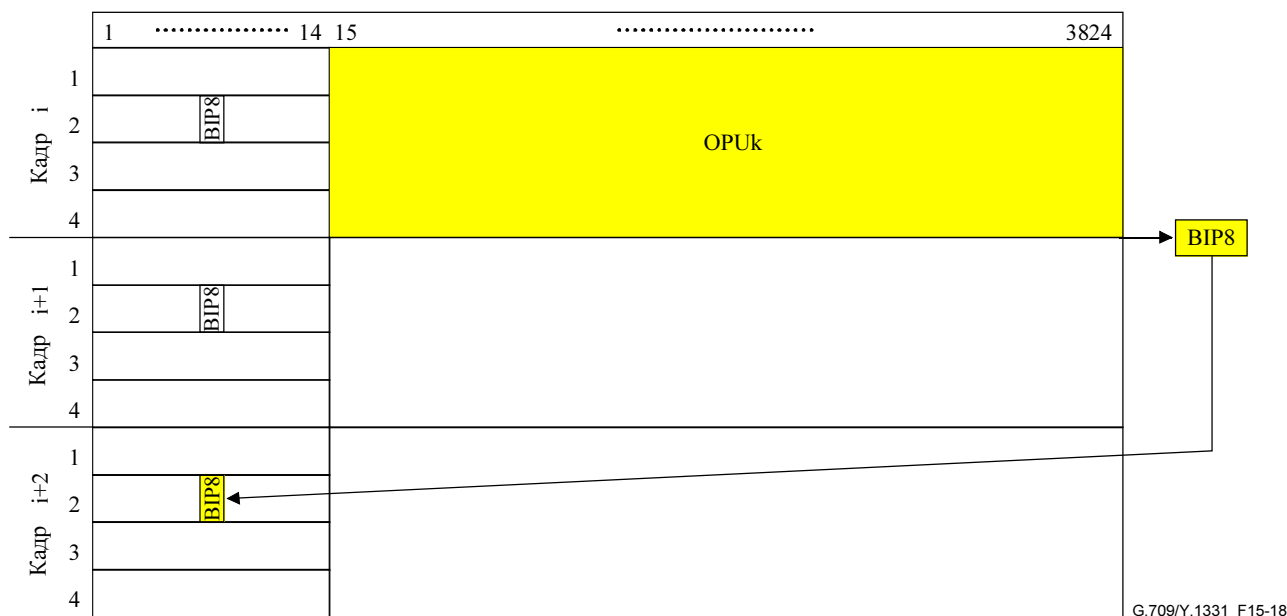


Рисунок 15-18/G.709/Y.1331 – Вычисление ODUk TCM BIP-8

15.8.2.2.3 Обратная индикация неисправности (BDI) ODUk TCM

Для каждого поля контроля tandemного соединения определяется однобитовый сигнал обратной индикации неисправности (BDI) с целью передачи состояния искажения сигнала, определяемого функцией завершения tandemного соединения приемника в восходящем направлении передачи.

Биту BDI присваивается значение "1" при обратной индикации неисправности блока ODUk; в противном случае этому биту присваивается значение "0".

15.8.2.2.4 Обратная индикация ошибки (BEI) ODUk TCM и ошибка выравнивания входящего сигнала, передаваемая в обратном направлении (BIAE)

Для каждого поля контроля tandemного соединения определен 4-битовый сигнал обратной индикации ошибки (BEI) и ошибки выравнивания входящего сигнала, передаваемый в обратном направлении (BIAE). Этот сигнал используется для передачи в восходящем направлении числа подсчитанных блоков с чередованием битов, которые были обнаружены как блоки с ошибками соответствующим приемником сигнала контроля tandemного соединения блоков ODUk, использующим код BIP-8. Он используется также для передачи в восходящем направлении состояния ошибки выравнивания входящего сигнала (IAE), которое обнаруживается соответствующим приемником контроля tandemного соединения блоков ODUk в служебной нагрузке IAE.

В состоянии IAE код "1011" вводится в поле сигналов BEI/BIAE, а содержимое счетчика ошибок игнорируется. В противном случае содержимое счетчика ошибок (0–8) вводится в поле сигналов BEI/BIAE. Остальные шесть возможных значений, представленных этими четырьмя битами, могут быть результатом только некоторого безотносительного состояния и будут интерпретироваться как нулевые ошибки (см. таблицу 15-4), если сигнал BIAE находится в неактивном состоянии.

Таблица 15-4/G.709/Y.1331 – Интерпретация сигналов BEI/BIAE ODUk TCM

ODUk TCM BEI/BIAE биты 1 2 3 4	BIAE	Нарушения кода ВР
0 0 0 0	ложно	0
0 0 0 1	ложно	1
0 0 1 0	ложно	2
0 0 1 1	ложно	3
0 1 0 0	ложно	4
0 1 0 1	ложно	5
0 1 1 0	ложно	6
0 1 1 1	ложно	7
1 0 0 0	ложно	8
1 0 0 1, 1 0 1 0	ложно	0
1 0 1 1	истинно	0
от 1 1 0 0 до 1 1 1 1	ложно	0

15.8.2.2.5 Состояние (STAT) ODUk TCM

Для каждого поля контроля тандемного соединения в качестве битов состояния (STAT) определены три бита. Они указывают на наличие сигнала технического обслуживания, если имеется ошибка выравнивания входящего сигнала в TC-СМЕР – источнике или если ни одно TC-СМЕР не находится в активном состоянии (см. таблицу 15-5).

Таблица 15-5/G.709/Y.1331 – Интерпретация состояния ODUk TCM

Байт 3 TCM биты 6 7 8	Состояние
0 0 0	Нет источника TC
0 0 1	Используется без IAE
0 1 0	Используется с IAE
0 1 1	Зарезервированы для будущей международной стандартизации
1 0 0	Зарезервированы для будущей международной стандартизации
1 0 1	Сигнал технического обслуживания: ODUk-LCK
1 1 0	Сигнал технического обслуживания: ODUk-OCI
1 1 1	Сигнал технического обслуживания: ODUk-AIS

В конечном пункте Р-СМЕР эти биты устанавливаются в значение "000".

В пункте входа TC-СМЕР этим битам присваивается либо значение "001" для указания своему партнеру – пункту выхода TC-СМЕР на то, что ошибка выравнивания входящего сигнала (IAE) отсутствует, либо значение "010" для указания на то, что имеется ошибка выравнивания входящего сигнала.

В пункте выхода ТС-СМЕР эта информация может использоваться для подавления подсчета ошибок по битам, которые могут быть результатом изменения фазы кадра ODUk на входе тандемного соединения.

15.8.2.2.6 Присвоение поля служебной нагрузки TCM

Каждый ТС-СМЕР будет вводить/извлекать свою служебную нагрузку управления TCM из одного из 6 полей служебной нагрузки TCMi. Конкретное поле служебной нагрузки TCMi обеспечивается оператором сети, системой управления сетью или плоскостью управления коммутацией.

В интерфейсе домена можно обеспечить максимальное число (от 0 до 6) уровней тандемных соединений, которые будут проходить через этот домен. По умолчанию их три. В этих тандемных соединениях должны использоваться поля служебных нагрузок TCM₁... TCM_{MAX}. Служебная нагрузка в полях TCM выше максимума (TCM_{MAX+1} и более) может быть/будет перезаписана в домене.

Пример

В случае арендованного канала ODUk пользователю может быть присвоен один уровень TCM, провайдеру услуг – один уровень TCM, а каждому оператору сети (имеющему контакт с провайдером услуг) – четыре уровня TCM. В том случае, когда оператор сети передает по субподряду часть своего соединения ODUk другому оператору сети, эти четыре уровня должны быть разделены; например, два уровня должны быть отданы оператору, работающему по субподряду.

Это приводит к следующему распределению TCM ОН:

- Пользователь: поле служебной нагрузки TCM1 между двумя подсетями пользователя; и TCM1..TCM6 в своей собственной подсети;
- Провайдер услуг (SP): поле служебной нагрузки TCM2 между двумя UNI;
- Операторы сети NO1, NO2, NO3, имеющие контакт с провайдером услуг: TCM3, TCM4, TCM5, TCM6. Следует заметить, что оператор NO2 (работающий по субконтракту) не может использовать TCM5 и TCM6 в соединении через домен оператора NO4.
- Оператор NO4 (имеющий субподряд с оператором NO2): TCM5, TCM6.

См. рисунок 15-19.

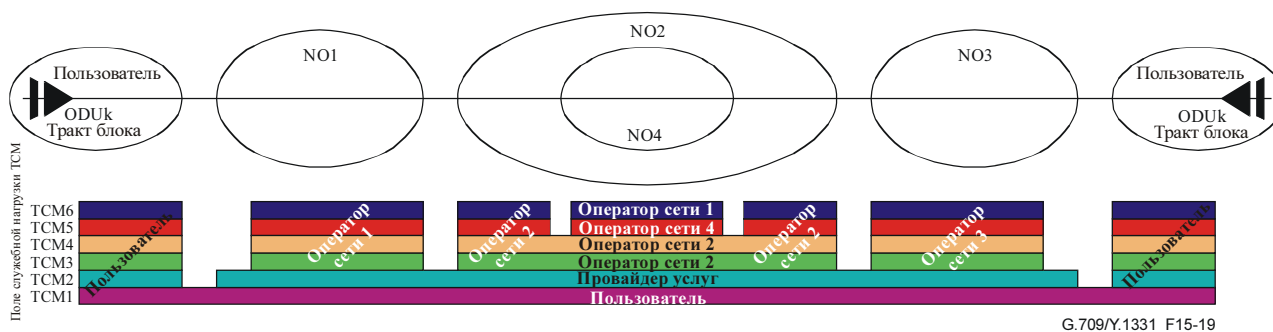


Рисунок 15-19/G.709/Y.1331 – Пример присвоения полей служебной нагрузки TCM

15.8.2.2.7 Координационный протокол активации/деактивации контроля тандемных соединений ODUk

Однобайтовое поле активации/деактивации TCM содержится в строке 2, столбец 4. Его определение подлежит дальнейшему изучению.

15.8.2.3 Общие коммуникационные каналы ODUk (GCC1, GCC2)

Для обеспечения двух общих коммуникационных каналов между любыми двумя сетевыми элементами с доступом к кадровой структуре ODUk (т. е. в пунктах регенерации 3R) в служебной нагрузке ODUk выделено два поля из двух байтов. Это два свободных канала и любое описание формата не входят в предмет рассмотрения настоящей Рекомендации. Байты для канала GCC1 находятся в строке 4 (столбцы 1 и 2), а байты для канала GCC2 – в байтах строки 4 (столбцы 3 и 4) служебной нагрузки ODUk.

15.8.2.4 Автоматическое защитное переключение и коммуникационный канал защиты (APS/PCC) ODUk

Сигнал из 4-х байтов APS/PCC блока ODUk определен в строке 4 (столбцы с 5 по 8) служебной нагрузки ODUk. В этом поле могут иметь место до восьми уровней вложенных сигналов APS/PCC. Байты APS/PCC в данном кадре присваиваются выделенному уровню контроля соединения в зависимости от значения MFAS согласно следующей таблице:

Таблица 15-6/G.709/Y.1331 – Группа кадров, допускающая отдельный сигнал APS/PCC для каждого уровня контроля

MFAS биты 6 7 8	Канал APS/PCC, применяемый к уровню контроля соединения	Схема защиты, использующая канал APS/PCC (Примечание)
0 0 0	Тракт ODUk	ODUk SNC/N
0 0 1	ODUk TCM1	ODUk SNC/S, ODUk SNC/N
0 1 0	ODUk TCM2	ODUk SNC/S, ODUk SNC/N
0 1 1	ODUk TCM3	ODUk SNC/S, ODUk SNC/N
1 0 0	ODUk TCM4	ODUk SNC/S, ODUk SNC/N
1 0 1	ODUk TCM5	ODUk SNC/S, ODUk SNC/N
1 1 0	ODUk TCM6	ODUk SNC/S, ODUk SNC/N
1 1 1	Участок OTUk	ODUk SNC/I
ПРИМЕЧАНИЕ. – Канал APS может быть использован несколькими схемами защиты и/или экземплярами схемы защиты. В случае вложенных схем защиты необходимо проявлять осторожность, когда должна быть организована защита блока ODUk так, чтобы не мешать использованию канала APS при другой защите блока ODUk на одном и том же уровне контроля соединения; например, защита может быть активирована только в случае, если этот канал APS данного уровня уже не используется.		

Для линейных схем защиты в Рекомендации МСЭ-Т G.873.1 приведены распределения битов для этих байтов и бит-ориентированный протокол. Вопросы распределения битов и байт-ориентированный протокол для схем кольцевой защиты подлежат дальнейшему изучению.

15.8.2.5 Тип неисправности ODUk и коммуникационный канал сообщений о месте неисправности (FTFL)

Для транспортировки 256-байтового сообщения о типе неисправности и месте неисправности (FTFL) в служебной нагрузке ODUk выделяется один байт.

Сообщение FTFL, состоящее из 256 байтов, должно быть синхронизировано с группой кадров блока ODUk (т. е. байт 0 256-байтового сообщения FTFL должен находиться на позиции 0000 0000 группы кадров (мультикадра) блока ODUk, байт 1 сообщения FTFL – на позиции 0000 0001 группы кадров блока ODUk, байт 2 сообщения FTFL – на позиции 0000 0010 группы кадров блока ODUk и т. д.).

Сообщение FTFL из 256 байтов состоит из двух 128-байтовых полей, как представлено на рисунке 15-20, а именно, полей передачи в прямом и обратном направлениях. Поле передачи в прямом направлении выделено для байтов с 0 по 127 сообщения FTFL, а поле передачи в обратном направлении – для байтов с 128 по 255 сообщения FTFL.



Рисунок 15-20/G.709/Y.1331 – Структура сообщения FTFL

Поля прямой и обратной передач подразделяются далее на три подполя, как показано на рисунке 15-21: поле индикации типа неисправности при передаче в прямом/обратном направлениях, поле идентификатора оператора при передаче в прямом/обратном направлениях и специфическое для оператора поле при передаче в прямом/обратном направлениях.



Рисунок 15-21/G.709/Y.1331 – Структура полей прямого/обратного направлений передачи

15.8.2.5.1 Поле индикации типа неисправности при передаче в прямом/обратном направлениях

Поле индикации типа неисправности определяет статус неисправности. Байт 0 сообщения FTFL выделен для поля индикации типа неисправности при передаче в прямом направлении, а байт 128 сообщения FTFL – для поля индикации типа неисправности при передаче в обратном направлении. Поля индикации типа неисправности кодируются согласно таблице 15-7. Код 0000 0000 должен указывать искаженный сигнал, а код 0000 0010 – ухудшение характеристик сигнала. Остальные коды зарезервированы для будущей международной стандартизации.

Таблица 15-7/G.709/Y.1331 – Коды индикации неисправности

Код индикации неисправности	Определение
0000 0000	Отсутствие неисправности
0000 0001	Искаженный сигнал
0000 0010	Ухудшение характеристик сигнала
0000 0011 . . . 1111 1111	Зарезервированы для будущей международной стандартизации

15.8.2.5.2 Поле идентификатора оператора при передаче в прямом/обратном направлениях

Поле идентификатора оператора занимает 9 байтов. Байты с 1 по 9 выделены для поля идентификатора оператора при передаче в прямом направлении, а байты со 129 по 137 – для поля идентификатора оператора при передаче в обратном направлении. Поле идентификатора оператора состоит из двух подполей: поля международного сегмента и поля национального сегмента, как показано на рисунке 15-22.

Распределение байтов в поле обратного направления
Распределение байтов в поле прямого направления

129	130	131	132	133	134	135	136	137
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Код страны			Код национального сегмента					
G/PCC			ICC	Заполнение нулями				
G/PCC			ICC		Заполнение нулями			
G/PCC			ICC			Заполнение нулями		
G/PCC			ICC				Заполнение нулями	
G/PCC			ICC					Заполнение нулями
G/PCC			ICC					
Нуль								

Рисунок 15-22/G.709/Y.1331 – Структура поля идентификатора оператора

Поле международного сегмента содержит трехсимвольный географический/государственный код страны согласно стандарту ИСО 3166 (G/PCC). Первые три байта 9-байтового поля идентификатора оператора (т. е. байты с 1 по 3 для поля идентификатора оператора при передаче в прямом направлении и байты со 129-го по 131-ый для поля идентификатора оператора при передаче в обратном направлении) резервируются для поля международного сегмента. Код страны должен основываться на трехсимвольном коде страны, представленном в алфавите верхнего регистра согласно стандарту ИСО 3166 (например, USA (США), FRA (Франция)).

Поле национального сегмента содержит от одного до шести знаков кода оператора связи МСЭ (ICC). Код ICC поддерживается, согласно Рекомендации МСЭ-Т М.1400, Бюро стандартизации электросвязи (БСЭ) МСЭ-Т. Поле национального сегмента занимает 6 байтов и представляет код оператора связи (ICC) МСЭ-Т, содержащий от одного до шести знаков с нулевыми знаками в конце для заполнения 6-значного поля.

15.8.2.5.3 Специфическое для оператора поле при передаче в прямом/обратном направлениях

Байты с 10 по 127 выделены, как показано на рисунке 15-21, специфическому для оператора полю при передаче в прямом направлении. Байты со 138 по 255 выделены специфическому для оператора полю при передаче в обратном направлении. Специфические для оператора поля не подлежат стандартизации.

15.8.2.6 Служебная нагрузка ODUk для экспериментальных целей (EXP)

В служебной нагрузке ODUk для использования в экспериментальных целях выделены два байта. Эти байты находятся в строке 3 (столбцы 13 и 14) служебной нагрузки ODUk.

Использование этих байтов не подлежит стандартизации и не входит в предмет рассмотрения настоящей Рекомендации.

Служебная нагрузка для экспериментальных целей представлена в ODUk OH для того, чтобы дать возможность поставщику оборудования и/или оператору сети поддерживать в их сети (подсети) прикладные средства, что требует дополнительной служебной нагрузки ODUk.

Служебную нагрузку EXP не требуется использовать вне сети (подсети), т. е. рабочая область служебной нагрузки EXP ограничена сетью (подсетью) с оборудованием поставщика или сетью оператора.

15.8.2.7 Зарезервированная часть служебной нагрузки ODUk (RES)

В служебной нагрузке ODUk зарезервировано девять байтов для будущей международной стандартизации. Эти байты находятся в строке 2 (столбцы с 1 по 3) и в строке 4 (столбцы с 9 по 14) служебной нагрузки ODUk. Всем этим байтам присвоены нулевые значения.

15.9 Описание служебной нагрузки OPuk OH

15.9.1 Местоположение OPuk OH

Служебная нагрузка OPuk состоит из идентификатора структуры полезной нагрузки (PSI), содержащего тип полезной нагрузки (PT), служебной нагрузки, связанной с конкатенацией, и служебной нагрузки, связанной с отображением сигналов клиента в полезную нагрузку блока OPuk (например, биты управления согласованием и биты возможности согласования). На рисунке 15-23 показаны местоположения идентификатора PSI и полезной нагрузки (PT) в служебной нагрузке блока OPuk.

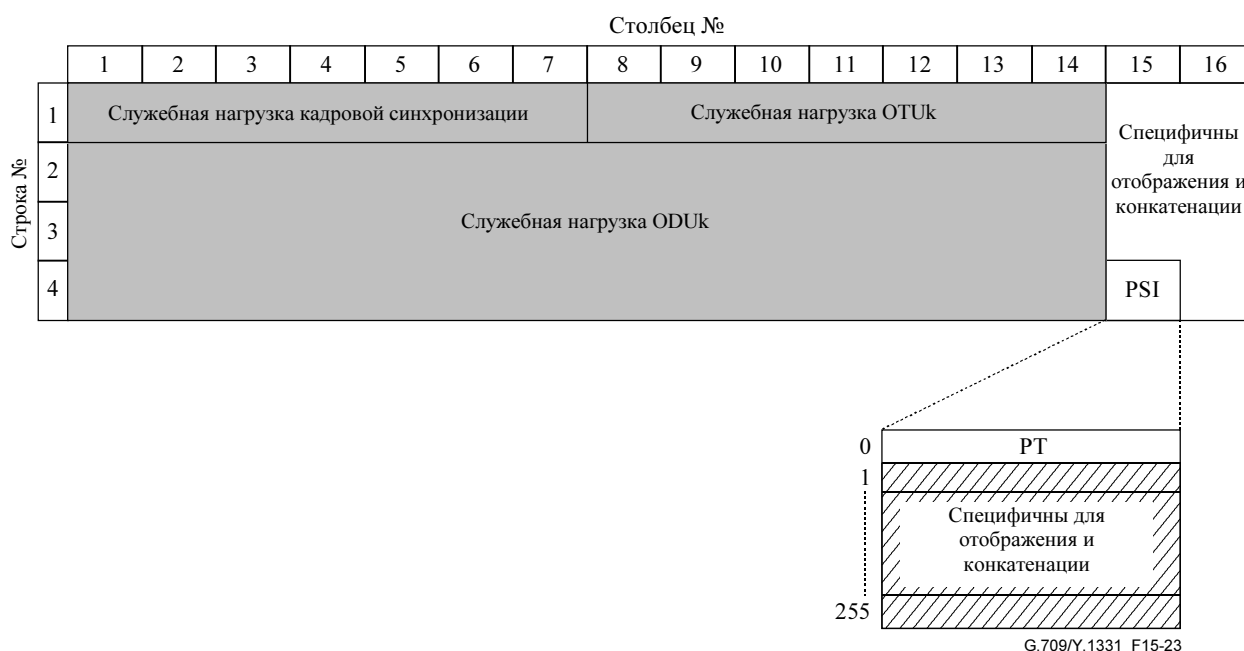


Рисунок 15-23/G.709/Y.1331 – Служебная нагрузка блока OPuk

15.9.2 Определение OPuk OH

15.9.2.1 Идентификатор структуры полезной нагрузки OPuk (PSI)

Для транспортировки сигнала 256-байтового идентификатора структуры полезной нагрузки (PSI) служебной нагрузке OPuk выделяется один байт. Этот байт находится в строке 4 (столбец 15) служебной нагрузки OPuk.

256-байтовый сигнал идентификатора PSI синхронизируется с группой кадров ODUk (т. е. байт PSI[0] расположен на позиции 0000 0000, байт PSI[1] – на позиции 0000 0001, байт PSI[2] – на позиции 0000 0010 и т. д.).

Байт PSI[0] содержит однобайтовый тип полезной нагрузки. Байты от PSI[1] до PSI[255] специфичны для отображения и конкатенации, за исключением типа PT 0x01 (отображение для экспериментальных целей) и типов PTs 80-0x8F (для частного использования).

15.9.2.1.1 Тип полезной нагрузки (PT) OPUk

Для указания на состав сигнала OPUk в байте PSI[0] идентификатора структуры полезной нагрузки определен однобайтовый сигнал типа полезной нагрузки. В таблице 15-8 определены его кодовые представления.

Таблица 15-8/G.709/Y.1331 – Кодовые представления типов полезной нагрузки

MSB 1 2 3 4	LSB 5 6 7 8	Шестнадцатиричный код (Примечание 1)	Интерпретация
0 0 0 0	0 0 0 1	01	Экспериментальное отображение (Примечание 3)
0 0 0 0	0 0 1 0	02	Асинхронное отображение CBR, см. 17.1
0 0 0 0	0 0 1 1	03	Синхронное по битам отображение CBR, см. 17.1
0 0 0 0	0 1 0 0	04	Отображение ATM, см. 17.2
0 0 0 0	0 1 0 1	05	Отображение GFP, см. 17.3
0 0 0 0	0 1 1 0	06	Сигнал виртуальной конкатенации, см. раздел 18 (Примечание 5)
0 0 0 1	0 0 0 0	10	Отображение битового потока с синхронизацией октетов, см. 17.5.1
0 0 0 1	0 0 0 1	11	Отображение битового потока без синхронизации октетов, см. 17.5.2
0 0 1 0	0 0 0 0	20	Мультиплексная структура ODU, см. раздел 19
0 1 0 1	0 1 0 1	55	Не применяется (Примечание 2)
0 1 1 0	0 1 1 0	66	Не применяется (Примечание 2)
1 0 0 0	x x x x	80–8F	Коды, зарезервированные для частного использования (Примечание 4)
1 1 1 1	1 1 0 1	FD	Отображение тестового сигнала NULL, см. 17.4.1
1 1 1 1	1 1 1 0	FE	Отображение тестового сигнала PRBS, см. 17.4.2
1 1 1 1	1 1 1 1	FF	Не применяется (Примечание 2)

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Для международной стандартизации в будущем оставлено 226 запасных кодов. Процедура получения одного из этих кодов для нового типа полезной нагрузки приведена в Приложении A/G.806.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Эти значения исключены из набора доступных кодовых представлений. Эти битовые комбинации содержатся в сигналах технического обслуживания ODUk.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Значение "01" должно использоваться только для экспериментальных целей в случаях, где код отображения не определен в данной таблице. Более полная информация по использованию этого кода содержится в Приложении A/G.806.

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Эти 16 кодовых значений не подлежат в дальнейшем стандартизации. Более подробная информация по использованию этих кодов содержится в Приложении A/G.806.

ПРИМЕЧАНИЕ 5. – Для типа полезной нагрузки виртуального сцепленного сигнала используется выделенная служебная нагрузка типа полезной нагрузки (vcPT) (см. раздел 18).

15.9.2.2 Служебная нагрузка, характерная для отображения блока OPUk

Для служебной нагрузки, характерной для отображения и конкатенации, в служебной нагрузке OPUk зарезервировано семь байтов. Эти байты располагаются в строках с 1 по 3 (столбцы 15 и 16) и в строке 4 (столбец 16). Кроме того, в идентификаторе PSI зарезервировано 255 байтов в целях, специфичных для отображения и конкатенации.

Использование этих байтов зависит от специфичного для клиента отображения сигнала (определяется в разделах 17 и 19) и от использования конкатенации (см. раздел 18).

16 Сигналы технического обслуживания

Сигнал индикации о неисправности (AIS) – это сигнал, посылаемый в нисходящем направлении передачи, для информирования о том, что обнаружена неисправность при передаче в восходящем направлении. Сигнал AIS генерируется функцией адаптации приемника. Сигнал AIS обнаруживается функцией завершения трассы приемника для устранения дефектов или отказов, которые в противном случае были бы обнаружены как следствие прерывания транспортировки исходного сигнала в точке восходящего направления передачи.

Прямая индикация дефекта (FDI) – это сигнал, посылаемый в нисходящем направлении передачи, для информирования о том, что обнаружена неисправность при передаче в восходящем направлении. Сигнал FDI генерируется функцией адаптации приемника. Сигнал FDI обнаруживается функцией завершения трассы приемника для устранения дефектов или отказов, которые в противном случае были бы обнаружены как следствие прерывания транспортировки исходного сигнала в точке восходящего направления передачи.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Сигналы AIS и FDI – сходные сигналы. Название AIS используется, когда сигнал находится в цифровой области. Название FDI используется, когда сигнал находится в оптической области. Сигнал FDI транспортируется как неприсоединенная служебная нагрузка в сигнале служебной нагрузки модуля OTM (OOS).

Индикация открытого соединения (OCI) – это сигнал, посылаемый в нисходящем направлении передачи, для информирования о том, что сигнал, передаваемый в восходящем направлении передачи, не связан с источником завершения трассы. Сигнал OCI генерируется функцией соединения и выводится этой функцией соединения в каждый из своих выходных пунктов для соединения, которые не соединены ни с одним из входных пунктов соединения. Сигнал OCI обнаруживается функцией завершения трассы приемника.

Сигнал LCK ("заблокировано") – это сигнал, посылаемый в нисходящем направлении передачи, для информирования о том, что соединение в восходящем направлении передачи "заблокировано" и через него не пропускается ни один сигнал.

Индикация отсутствия полезной нагрузки (PMI) – это сигнал, посылаемый в нисходящем направлении передачи, для информирования о том, что в пункте источника сигнала в восходящем направлении передачи либо ни один из компонентных интервалов не имеет оптического сигнала, либо имеется оптический сигнал без полезной нагрузки. Это указывает на то, что транспортировка оптического компонентного сигнала прервана.

Сигнал PMI генерируется функцией адаптации источника, и он обнаруживается функцией завершения трассы приемника, которая подавляет сигнал обнаружения (LOS), выданный в этом состоянии.

16.1 Сигналы технического обслуживания OTS

16.1.1 Индикация отсутствия полезной нагрузки (OTS-PMI) OTS

Сигнал OTS-PMI генерируется для информирования о том, что полезная нагрузка участка OTS не содержит оптического сигнала.

16.2 Сигналы технического обслуживания OMS

Определены три сигнала технического обслуживания OMS: OMS-FDI-P, OMS-FDI-O и OMS-PMI.

16.2.1 Прямая индикация неисправности OMS – Полезная нагрузка (OMS-FDI-P)

Сигнал OMS-FDI-P генерируется для информирования о появлении дефекта уровня сервера OMS на сетевом уровне OMS.

16.2.2 Прямая индикация неисправности OMS – Служебная нагрузка (OMS-FDI-O)

Сигнал OMS-FDI-O генерируется для информирования о прерывании транспортировки служебной нагрузки (OH) участка OMS через сигнал OOS из-за искажения OOS.

16.2.3 Индикация отсутствия полезной нагрузки (OMS-PMI) OMS

Сигнал OMS-PMI генерируется для информирования о том, что ни одна из несущих OCC не содержит оптического сигнала.

16.3 Сигналы технического обслуживания OCh

Определены три сигнала технического обслуживания оптического канала: OCh-FDI-P, OCh-FDI-O и OCh-OCI.

16.3.1 Прямая индикация неисправности OCh – Полезная нагрузка (OCh-FDI-P)

Сигнал OCh-FDI генерируется для информирования об обнаружении дефекта уровня сервера канала OCh на сетевом уровне участка OMS.

Когда блок OTUk заканчивается, индикация OCh-FDI продолжается в виде сигнала AIS блока ODUk (ODUk-AIS).

16.3.2 Прямая индикация неисправности OCh – Служебная нагрузка (OCh-FDI-O)

Сигнал OCh-FDI-O генерируется для информирования о прерывании транспортировки служебной нагрузки (OH) канала OCh через сигнал OOS из-за искажения OOS.

16.3.3 Индикация открытого соединения OCh (OCh-OCI)

Сигнал индикации OCh-OCI информирует функции обработки транспортировки в нисходящем направлении о том, что соединение канала OCh не связано или не подключено (через матричное соединение) к функции завершения источника. Это информирование используется для того, чтобы при передаче в нисходящем направлении можно было сделать различие между отсутствием оптического канала по причине дефекта и отсутствием оптического канала из-за открытого соединения (что вытекает из команды управления).

ПРИМЕЧАНИЕ. – Сигнал OCI обнаруживается последующим оборудованием окончания тракта для блока OTUk при передаче в нисходящем направлении. Если соединение было разомкнуто преднамеренно, то соответствующее аварийное сообщение от данного окончания тракта должно быть нейтрализовано путем использования режима управления аварийными сообщениями (см. Рекомендацию МСЭ-Т М.3100/Поправка 3).

16.4 Сигналы технического обслуживания OTUk

16.4.1 Сигнал индикации о неисправности OTUk (OTUk-AIS)

Сигнал OTUk-AIS (см. рисунок 16-1) – это базовый сигнал AIS (см. подраздел 16.6.1). Поскольку информационная емкость блока OTUk (130 560 битов) не является целым, кратным длине последовательности PN-11 (2047 битов), то последовательность PN-11 может пересекать границу кадра OTUk.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Сигнал OTUk-AIS определен для поддержки применения уровня сервера в будущем. Оборудование сети OTN должно быть способно обнаруживать наличие такого сигнала; генерировать такой сигнал не требуется.

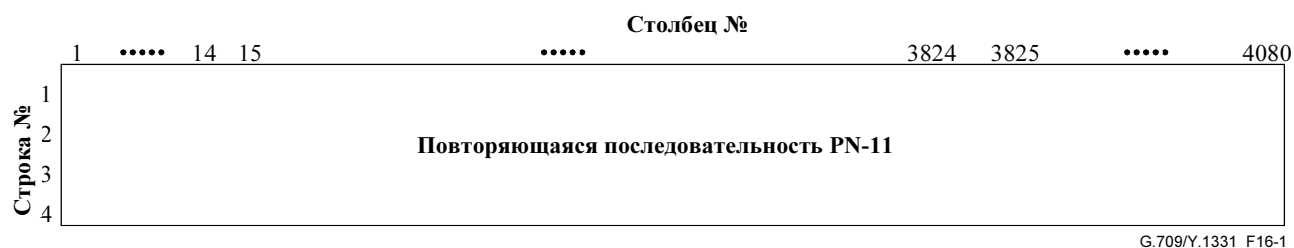


Рисунок 16-1/G.709/Y.1331 – Сигнал OTUk-AIS

16.5 Сигналы технического обслуживания ODUk

Определено три сигнала технического обслуживания блока ODUk: ODUk-AIS, ODUk-OCI и ODUk-LCK.

16.5.1 Сигнал индикации о неисправности ODUk (ODUk-AIS)

Сигнал ODUk-AIS определяется по всему сигналу блока ODUk в виде одних единиц, исключая служебную нагрузку покадрового выравнивания (FA OH), служебную нагрузку OTUk (OTUk OH) и ODUk FTFL (см. рисунок 16-2).

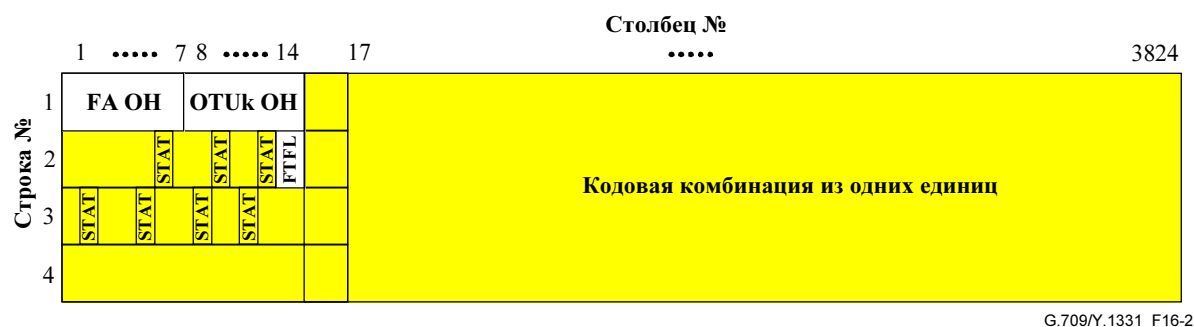


Рисунок 16-2/G.709/Y.1331 – Сигнал ODUk-AIS

Кроме того, сигнал ODUk-AIS может быть расширен с помощью одного или нескольких уровней тандемного соединения блоков ODUk, служебной нагрузки для GCC1, GCC2, EXP и/или APS/PCC до того, как он появится на интерфейсе модуля OTM.

Наличие сигнала ODUk-AIS определяется путем контроля битов STAT блока ODUk в полях служебной нагрузки PM и TCMi.

16.5.2 Индикация открытого соединения ODUk (ODUk-OCI)

Индикация ODUk-OCI определяется как повторяющаяся кодовая комбинация "0110 0110" по всему сигналу блока ODUk, исключая служебную нагрузку по кадровому выравниванию (FA OH) и служебную нагрузку OTUk (OTUk OH) (см. рисунок 16-3).

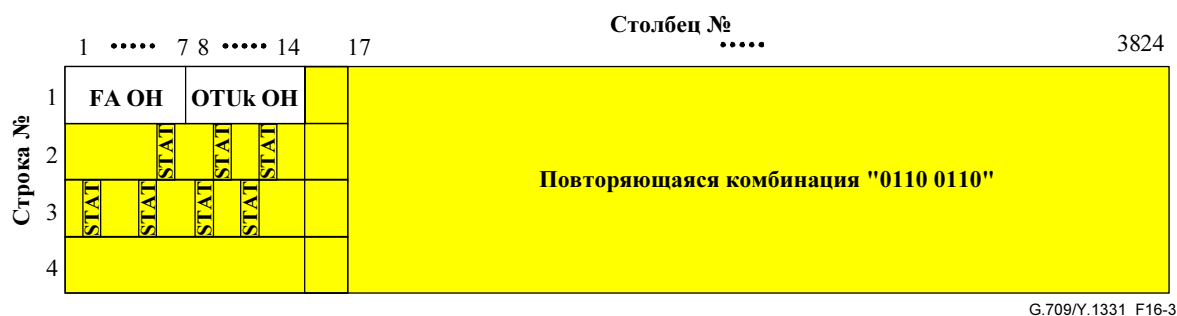


Рисунок 16-3/G.709/Y.1331 – Сигнал ODUk-OCI

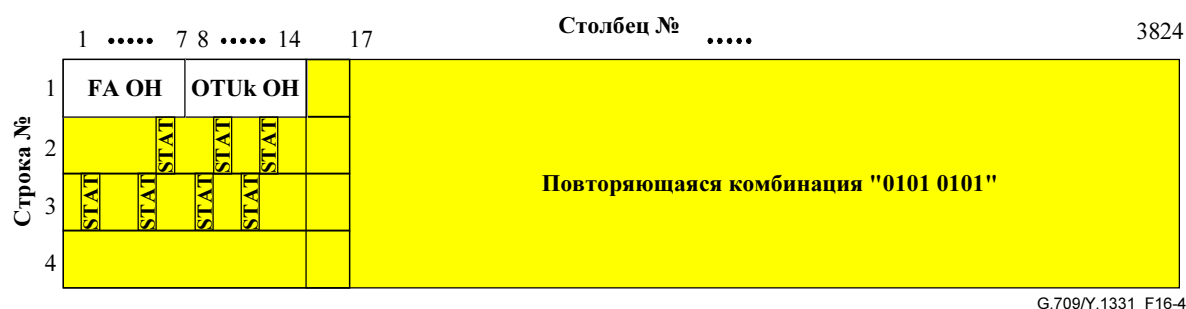
ПРИМЕЧАНИЕ. – Повторяющаяся кодовая комбинация "0110 0110" является комбинацией по умолчанию; возможны также и другие комбинации, пока биты STAT в полях служебной нагрузки PM и TCMi установлены в значение "110".

Кроме того, сигнал ODUk-OCI может быть расширен одним или несколькими уровнями тандемного соединения ODUk, служебной нагрузки GCC1, GCC2, EXP и/или APS/PCC до того, как он появится на интерфейсе модуля OTM. Это зависит от функциональных средств между пунктом ввода сигнала ODUk-OCI и интерфейсом OTM.

Наличие сигнала ODUk-OCI обнаруживается путем контроля битов STAT блока ODUk в полях служебной нагрузки PM и TCMi.

16.5.3 Сигнал блокировки ODUk (ODUk-LCK)

Сигнал ODUk-LCK определяется в виде повторяющейся комбинации "0101 0101" по всему сигналу блока ODUk, исключая служебную нагрузку покадрового выравнивания (FA OH) и служебную нагрузку OTUk (см. рисунок 16-4).



G.709/Y.1331_F16-4

Рисунок 16-4/G.709/Y.1331 – Сигнал ODUk-LCK

ПРИМЕЧАНИЕ. – Повторяющаяся комбинация "0101 0101" является комбинацией по умолчанию; возможны также и другие комбинации, пока биты STAT в полях служебной нагрузки PM и TCMi имеют значения "101".

Кроме того, сигнал ODUk-LCK может быть расширен одним или несколькими дополнительными уровнями тандемного соединения блоков ODUk, служебной нагрузкой для GCC1, GCC2, EXP и/или APS/PCC перед тем, как он поступит на интерфейс OTM. Это зависит от функциональных средств между пунктом ввода сигнала ODUk-LCK и интерфейсом OTM.

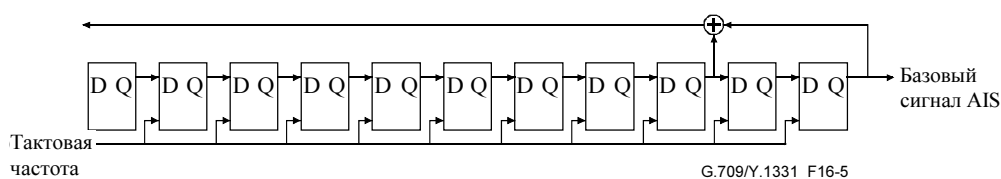
Наличие сигнала ODUk-LCK обнаруживается путем контроля битов STAT блока ODUk в полях служебной нагрузки PM и TCMi.

16.6 Сигнал технического обслуживания клиента

16.6.1 Базовый сигнал AIS для сигналов с постоянной скоростью передачи битов

Базовый сигнал AIS – это сигнал с повторяющейся последовательностью из 2047 битов, образованный полиномом степени 11 (PN-11).

Последовательность PN-11 определяется порождающим полиномом $1 + x^9 + x^{11}$, как определено в 5.2/O.150 (см. рисунок 16-5).



G.709/Y.1331_F16-5

Рисунок 16-5/G.709/Y.1331 – Схема генерации базового сигнала AIS

17 Отображение сигналов клиента

17.1 Отображение сигналов CBR2G5, CBR10G и CBR40G (например, сигналов STM-16/64/256) в блок OPUk

Отображение сигнала CBR2G5, CBR10G и CBR40G (с допуском на скорость передачи битов до $\pm 20 \cdot 10^{-6}$) в блок OPUk ($k = 1, 2, 3$) может быть выполнено согласно двум разным режимам (асинхронному и синхронному по битам) на основе одной базовой кадровой структуры OPUk (см. рисунок 17-1).

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Примерами таких сигналов являются сигналы STM-16, STM-64 и STM-256.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Максимальный допуск на скорости передачи битов между блоком OPUk и генератором тактовой частоты сигналов клиента, который может быть воспринят этой схемой отображения, составляет $\pm 65 \cdot 10^{-6}$. При допуске на скорость передачи битов в $\pm 20 \cdot 10^{-6}$ при тактовой частоте блока OPUk допуск на скорость передачи битов сигнала клиента может составлять $\pm 45 \cdot 10^{-6}$.

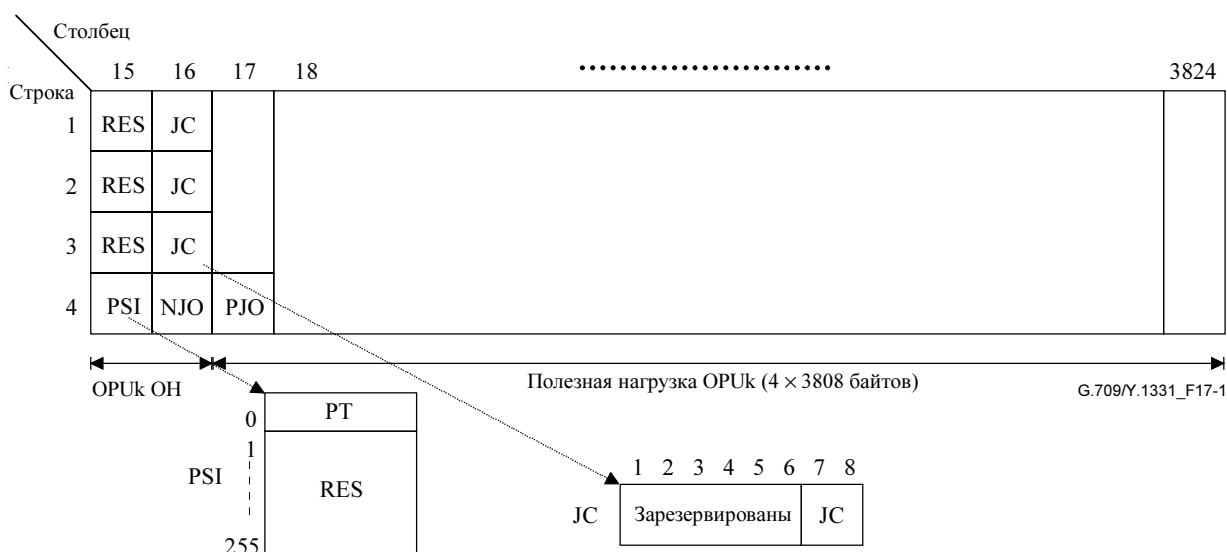


Рисунок 17-1/G.709/Y.1331 – Кадровая структура OPUk при отображении сигнала CBR2G5, CBR10G или CBR40G

Служебная нагрузка OPUk при этих отображениях состоит из идентификатора структуры полезной нагрузки (PSI), включающего тип полезной нагрузки (PT) и 255 байтов, зарезервированных для будущей международной стандартизации (RES), трех байтов управления согласованием (JC), одного байта возможности отрицательного согласования (NJO) и трех байтов, зарезервированных для будущей международной стандартизации (RES). Байты управления согласованием (JC) состоят из двух битов управления согласованием и шести битов, зарезервированных для будущей стандартизации.

Полезная нагрузка OPUk для этих отображений состоит из 4×3808 байтов, включая один байт возможности положительного согласования (PJO).

Сигнал управления согласованием (JC), который располагается в строках 1, 2, 3 столбца 16, содержит биты 7 и 8, используемые для управления двумя байтами возможности согласования NJO и PJO, содержащимися в строке 4.

Согласно таблицам 17-1 и 17-2, в процессе соответственно асинхронного и синхронного по битам отображений генерируются байты JC, NJO и PJO. В процессе восстановления байты JC, NJO и PJO интерпретируются согласно таблице 17-3. Для защиты от ошибок в одном из трех сигналов JC при принятии решения по согласованию в процессе восстановления используется выборка по большинству (два из трех).

**Таблица 17-1/G.709/Y.1331 – Генерирование байтов JC, NJO и PJO
в процессе асинхронного отображения**

JC биты 7 8	NJO	PJO
0 0	байт согласования	байт данных
0 1	байт данных	байт данных
1 0	не генерируются	
1 1	байт согласования	байт согласования

**Таблица 17-2/G.709/Y.1331 – Генерирование байтов JC, NJO and PJO
в процессе синхронного по битам отображения**

JC биты 7 8	NJO	PJO
0 0	байт согласования	байт данных
0 1	не генерируются	
1 0		
1 1		

Таблица 17-3/G.709/Y.1331 – Интерпретация байтов JC, NJO и PJO

JC биты 7 8	NJO	PJO
0 0	байт согласования	байт данных
0 1	байт данных	байт данных
1 0 (Примечание)	байт согласования	байт данных
1 1	байт согласования	байт согласования
ПРИМЕЧАНИЕ. – Устройством отображения данный код не генерируется. Из-за ошибок в битах устройство восстановления может принимать этот код.		

Значение, содержащееся в байтах NJO и PJO, когда они используются как байты согласования, состоит из одних нулей. Приемник должен игнорировать это значение, содержащееся в этих байтах, всякий раз, когда они используются в качестве байтов согласования.

В состоянии искажения входящего сигнала клиента CBR2G5, CBR10G или CBR40G (например, в случае потери входного сигнала) этот входящий ошибочный сигнал, согласно 16.6.1, заменяется базовым сигналом AIS, а затем отображается в блок OPUk.

В состоянии искажения входящего сигнала блока ODUk/OPUk (т. е. в случае сигналов AIS для ODUk, LCK для ODUk и OCI для ODUk) в качестве сигнала замены для потерянного сигнала CBR2G5, CBR10G или CBR40G генерируется кодовая комбинация базового сигнала AIS, определенная в 16.6.1.

Асинхронное отображение

Сигнал блока OPUk при асинхронном отображении образуется из локально генерируемой тактовой частоты (в пределах, заданных в таблице 17-3), которая не зависит от сигнала клиента CBR2G5, CBR10G или CBR40G (т. е. $4^{(k-1)} \times 2\,488\,320$ кбит/с ($k = 1,2,3$)).

Сигнал CBR2G5, CBR10G или CBR40G (т. е. $4^{(k-1)} \times 2\,488\,320$ кбит/с ($k = 1,2,3$)) отображается в блок OPUk при использовании схемы положительного/отрицательного/нулевого (pnz) согласования.

Синхронное по битам отображение

Тактовая частота для блока OPUk при синхронном по битам отображении образуется из сигнала клиента CBR2G5, CBR10G или CBR40G (т. е. $4^{(k-1)} \times 2\,488\,320$ кбит/с ($k = 1,2,3$)). В состояниях искажения входящего сигнала CBR2G5, CBR10G или CBR40G (например, в случае потери входного сигнала) скорость передачи битов сигнала полезной нагрузки блока OPUk будет находиться в пределах, заданных в таблице 17-3, и не будет ни частотной неоднородности, ни фазового скачка кадров. Повторная синхронизация по входящему сигналу CBR2G5, CBR10G или CBR40G будет осуществляться без частотной неоднородности или фазового скачка кадров.

Сигнал CBR2G5, CBR10G или CBR40G (т. е. $4^{(k-1)} \times 2\,488\,320$ кбит/с ($k = 1,2,3$)) отображается в блок OPUk без использования возможности согласования в пределах кадра OPUk: NJO содержит байт согласования, PJO содержит байт данных, а сигналу JC присваивается значение 00.

17.1.1 Отображение сигнала CBR2G5 (например, сигнала STM-16) в блок OPU1

Группы из 8 последовательных битов (не обязательно образующих байт) сигнала CBR2G5 отображаются в байт данных (D) блока OPU1 (см. рисунок 17-2). Можно выполнять действие либо по положительному, либо по отрицательному согласованию один раз для каждого кадра блока OPU1.

		15	16	17	18	Столбец №	
		.....					3824
Строка №	1	RES	RES	JC	D	D	3805D
	2	RES	JC	JC	D	D	3805D
	3	RES	JC	JC	D	D	3805D
	4	PSI	NJO	PJO	D		3805D

G.709/Y.1331_F17-2

Рисунок 17-2/G.709/Y.1331 – Отображение сигнала CBR2G5 в блок OPU1

17.1.2 Отображение сигнала CBR10G (например, сигнала STM-64) в блок OPU2

Группы из 8 последовательных битов (не обязательно образующих байт) сигнала CBR10G отображаются в байт данных (D) блока OPU2 (см. рисунок 17-3); 64 байта фиксированного заполнения (FS) добавляются в столбцы с 1905 по 1920. Можно выполнять действие либо положительного, либо отрицательного согласования по одному разу для каждого кадра OPU2.

Строка №				Столбец №					.....	3824				
	15	16	17	.....	1904	1905	.....	1920			1921			
1	RES	JC		118 × 16D					16FS	119 × 16D				
2	RES	JC		118 × 16D					16FS	119 × 16D				
3	RES	JC		118 × 16D					16FS	119 × 16D				
4	PSI	NJO	PJO	15D + 117 × 16D					16FS	119 × 16D				

G.709/Y.1331 F17-3

G.709/Y.1331_F17-3

Рисунок 17-3/G.709/Y.1331 – Отображение сигнала CBR10G в блок OPU2

17.1.3 Отображение сигнала CBR40G (например, сигнала STM-256) в блок OPU3

Группы из 8 последовательных битов (не обязательно образующих байт) сигнала SBR40G отображаются в байт данных (D) блока OPU3 (см. рисунок 17-4); 128 байтов фиксированного заполнения (FS) добавляются в столбцы с 1265 по 1280 и с 2545 по 2560. Можно выполнять действие либо положительного, либо отрицательного согласования по одному разу для каждого кадра блока OPU3.

Строка №				Столбец №														
	15	16	17	.....	1264	1265	.....	1280	1281	.....	2544	2545	.....	2560	2561	.....	3824	
1	RES	RES	JC	78 × 16D			16FS			79 × 16D			16FS			79 × 16D		
2	RES	RES	JC	78 × 16D			16FS			79 × 16D			16FS			79 × 16D		
3	RES	JC	JC	78 × 16D			16FS			79 × 16D			16FS			79 × 16D		
4	PSI	NJO	PJO	15D + 77 × 16D			16FS			79 × 16D			16FS			79 × 16D		

G.709/Y.1331_F17-4

Рисунок 17-4/G.709/Y.1331 – Отображение сигнала CBR40G в блок OPU3

17.2 Отображение потока ячеек ATM в блок OPUk

Поток ячеек ATM с постоянной скоростью передачи битов и с информационной емкостью, идентичной области полезной нагрузки блока OPUk, образуется путем мультиплексирования ячеек ATM множества сигналов виртуального тракта (VP) ATM. Адаптация скорости передачи достигается как часть процесса создания этого потока ячеек либо путем ввода свободных ячеек, либо путем отбрасывания ячеек (см. Рекомендацию МСЭ-Т I.432.1). Поток ячеек ATM отображается в область полезной нагрузки блока OPUk с байтовой структурой ячеек ATM, согласованной с байтовой структурой полезной нагрузки блока ODUk (см. рисунок 17-5). Таким образом, границы ячеек ATM выравниваются с границами байтов полезной нагрузки блока OPUk. Поскольку информационная емкость полезной нагрузки блока OPUk (15232 байта) не является целым числом, кратным длине ячейки (53 байта), то ячейка может пересекать границу кадра блока OPUk.

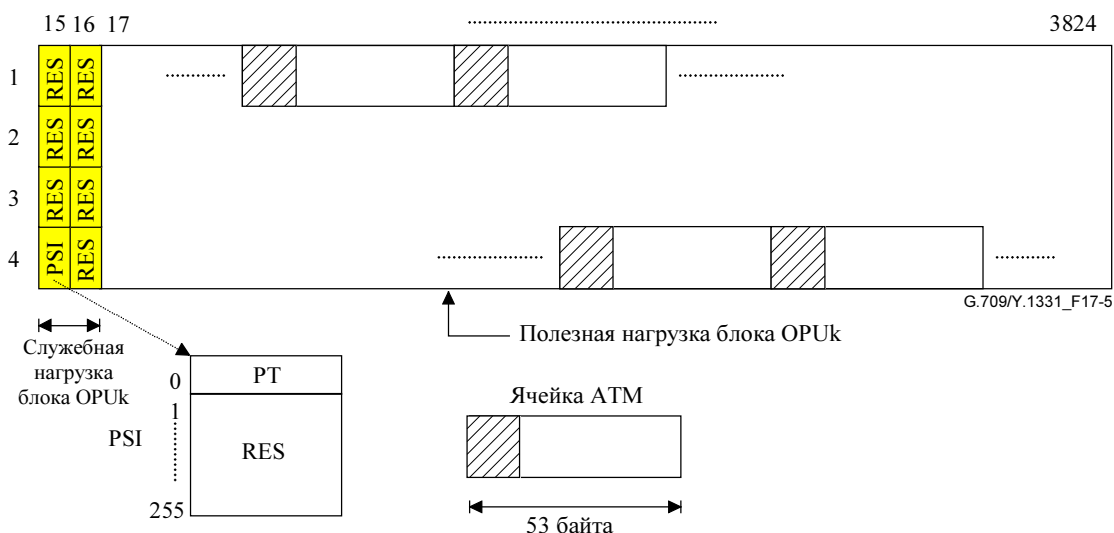


Рисунок 17-5/G.709/Y.1331 – Кадровая структура OPUk и отображение ячеек ATM в OPUk

Перед отображением в блок OPUk информационное поле ячейки ATM (48 байтов) должно скремблиться. При реверсивной операции, следующей за окончанием сигнала блока OPUk, информационное поле ячейки ATM до пересылки на уровень ATM должно дескремблиться. Должен использоваться (как определено в Рекомендации МСЭ-Т I.432.1) самосинхронизирующийся скремблер с порождающим полиномом $x^{43} + 1$. Скремблер функционирует в течение продолжительности информационного поля ячейки. На время 5-байтового заголовка функционирование скремблера приостанавливается, а состояние скремблера сохраняется. Первая ячейка, передаваемая при запуске, может быть искажена, поскольку дескремблер на принимающем конце не будет синхронизирован со скремблером передатчика. Скремблирование информационного поля ячейки требуется для защиты от неправильного изображения ячейки и от информационного поля такой ошибочной ячейки, дублирующего сигнал кадровой синхронизации блоков OTUk и ODUk.

При выделении потока ячеек ATM из области полезной нагрузки блока OPUk после окончания блока ODUk ячейки ATM должны быть восстановлены. Заголовок ячейки ATM содержит поле контроля ошибок заголовка (HEC), которое может быть использовано для разграничения ячеек подобно слову выравнивания кадров. В этом методе контроля HEC используется корреляция между битами заголовка, защищаемыми контролем HEC (32 бита), и битом контроля HEC (8 битов), вводимых в заголовок после вычисления с укороченным циклическим кодом с порождающим полиномом $g(x) = x^8 + x^2 + x + 1$.

Для повышения эффективности разграничения ячеек остаток от этого полинома добавляется к фиксированной кодовой комбинации "01010101". Этот метод подобен общепринятому методу восстановления покадрового выравнивания, где сигнал синхронизации не является фиксированным, а меняется от ячейки к ячейке.

В Рекомендации МСЭ-Т I.432.1 приводится подробная информация по разграничению ячеек в поле HEC.

Служебная нагрузка блока OPUk для отображения ATM содержит идентификатор структуры полезной нагрузки (PSI), включая тип полезной нагрузки (PT), 255 байтов, зарезервированных для будущей международной стандартизации (RES), и семь битов, зарезервированных для будущей международной стандартизации (RES).

Полезная нагрузка блока OPUk для отображения ATM состоит из 4×3808 байтов.

17.3 Отображение кадров процедуры GFP в блок OPUk

Отображение кадров базовой процедуры формирования кадров (GFP) выполняется путем синхронизации байтовой структуры каждого кадра процедуры GFP с байтовой структурой полезной нагрузки блока OPUk (см. рисунок 17-6). Поскольку кадры процедуры GFP имеют разную длину (данное отображение не налагает никаких ограничений на максимальную длину кадра), то кадр процедуры GFP может пересекать границу кадра блока OPUk.

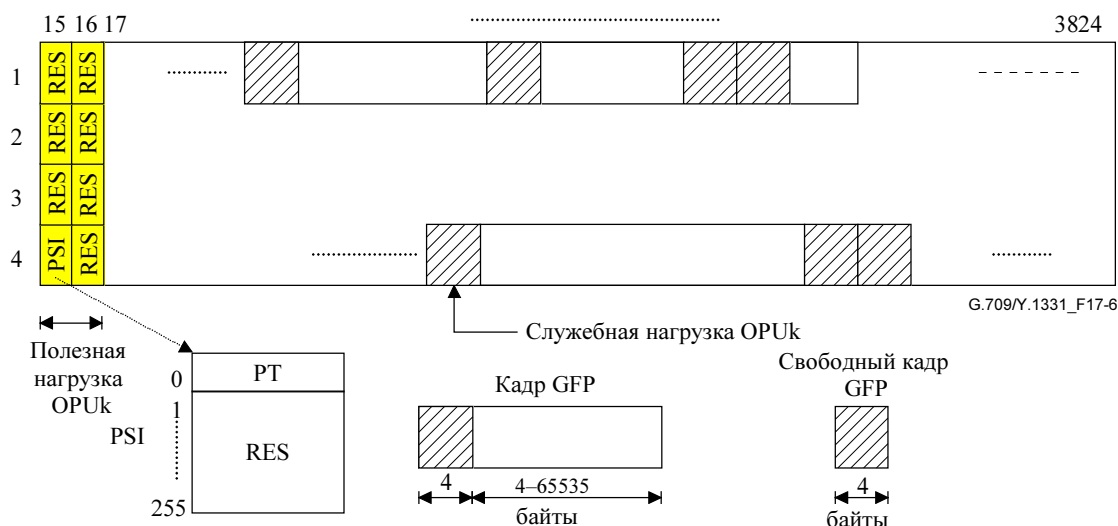


Рисунок 17-6/G.709/Y.1331 – Кадровая структура блока OPUk и отображение кадров GFP в блок OPUk

Кадры GFP поступают в виде непрерывного битового потока с информационной емкостью, идентичной области полезной нагрузки блока OPUk, благодаря вводу свободных кадров на этапе инкапсуляции в процедуру GFP. Во время инкапсуляции кадровый поток процедуры GFP скремблируется.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Адаптация к скорости или скремблирование, необходимые на этапе отображения, отсутствуют; это выполняется процессом инкапсуляции GFP.

Служебная нагрузка блока OPUk для отображения кадров процедуры GFP содержит идентификатор структуры полезной нагрузки (PSI), включая тип полезной нагрузки (PT), 255 байтов, зарезервированных для будущей международной стандартизации (RES), и семь байтов, зарезервированных для будущей международной стандартизации (RES).

Полезная нагрузка блока OPUk для отображения кадров процедуры GFP состоит из 4×3808 байтов.

17.4 Отображение тестового сигнала в блок OPUk

17.4.1 Отображение сигнала клиента NULL в блок OPUk

Сигнал полезной нагрузки блока OPUk с кодовой последовательностью из одних нулей (см. рисунок 17-7) определен для целей тестирования. Этот сигнал называется сигналом клиента NULL (НУЛЬ).

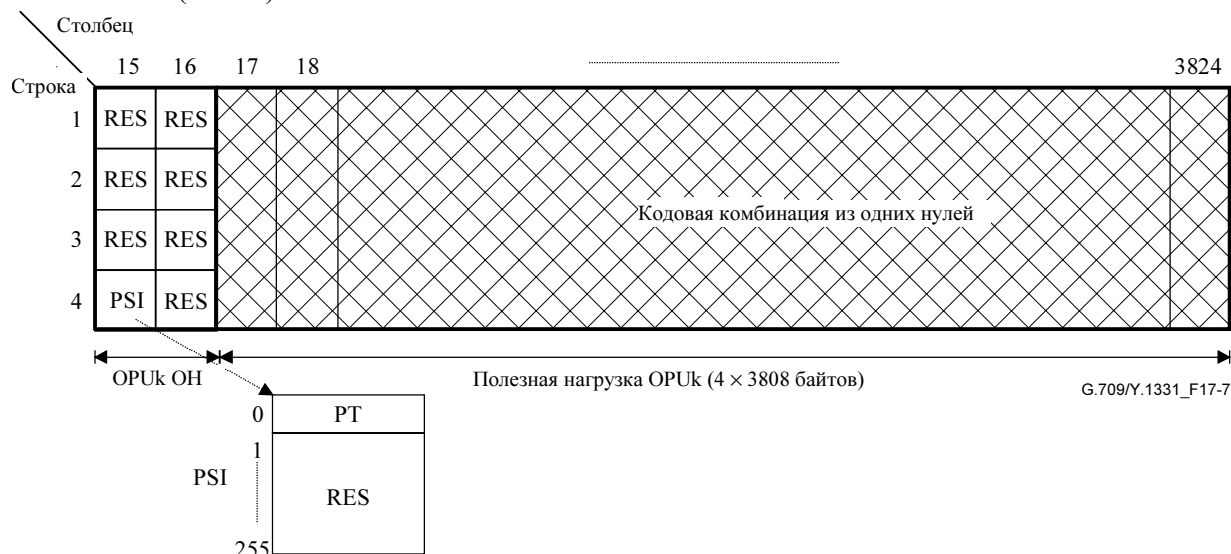


Рисунок 17-7/G.709/Y.1331 – Кадровая структура блока OPUk и отображение сигнала клиента NULL в блок OPUk

Служебная нагрузка отображения сигнала клиента NULL состоит из идентификатора структуры полезной нагрузки (PSI), содержащего тип полезной нагрузки (PT), 255 байтов, зарезервированных для будущей международной стандартизации (RES), и семи байтов, зарезервированных для будущей международной стандартизации (RES).

Полезная нагрузка блока OPUk для отображения сигнала клиента NULL состоит из 4×3808 байтов.

17.4.2 Отображение тестового сигнала последовательности PRBS в блок OPUk

Для целей тестирования псевдослучайная тестовая двоичная последовательность из 2 147 483 647 битов ($2^{31} - 1$), определенная в подразделе 5.8/O.150, может быть отображена в полезную нагрузку OPUk. Группы из 8 последовательных битов сигнала тестовой псевдослучайной последовательности длиной 2 147 483 647 битов отображаются в 8 битов данных (8D) (т. е. в один байт) полезной нагрузки блока ODU3 (см. рисунок 17-8).

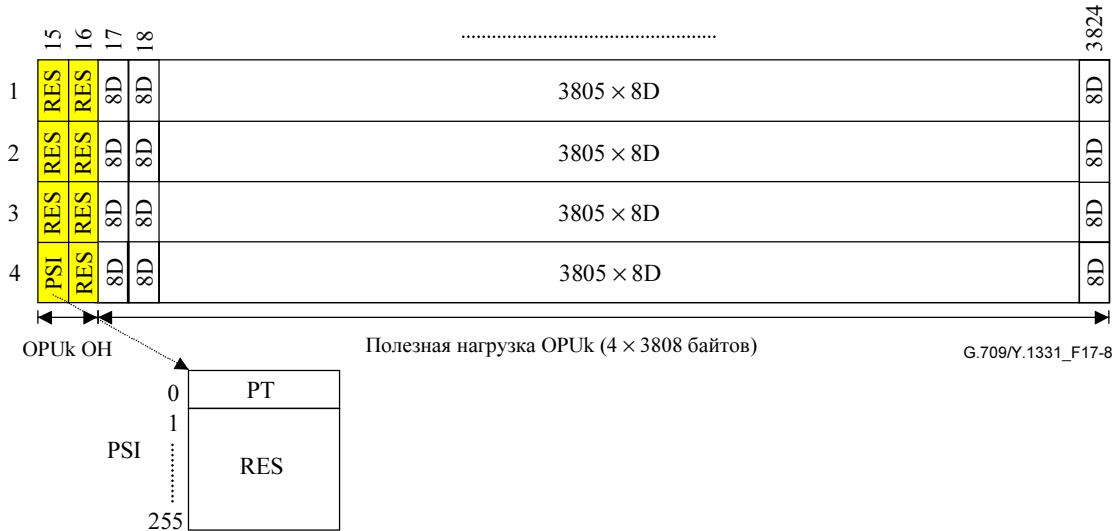


Рисунок 17-8/G.709/Y.1331 – Кадровая структура блока OPUk и отображение псевдослучайной тестовой последовательности из 2 147 483 647 битов в блок OPUk

Служебная нагрузка для отображения последовательности PRBS состоит из идентификатора структуры полезной нагрузки (PSI), содержащего тип полезной нагрузки (PT), 255 байтов, зарезервированных для будущей международной стандартизации (RES), и семи байтов, зарезервированных для будущей международной стандартизации (RES).

Полезная нагрузка блока OPUk для отображения последовательности PRBS состоит из 4×3808 байтов.

17.5 Отображение битового потока, не характерного для клиента, в блок OPUk

В дополнение к отображениям специфических для клиента сигналов, как определено в других подразделах данного раздела, определено отображение не специфических для клиента сигналов в блок OPUk. Любой сигнал (любое множество сигналов) клиента после инкапсуляции в непрерывный битовый поток со скоростью передачи битов полезной нагрузки OPUk может быть отображен (отображено) в полезную нагрузку блока OPUk (см. рисунок 17-9). Этот битовый поток должен быть синхронизирован с сигналом блока OPUk. В процесс формирования непрерывного битового потока должно быть включено некоторое согласование. Непрерывный битовый поток должен скремблироваться до отображения в полезную нагрузку блока OPUk.

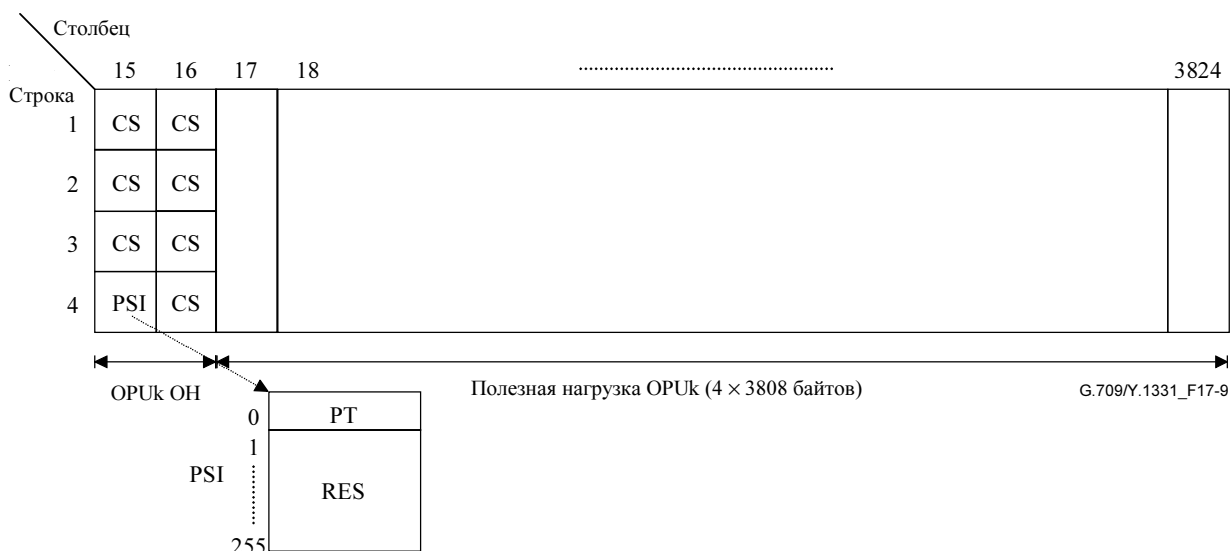


Рисунок 17-9/G.709/Y.1331 – Кадровая структура блока OPUk для отображения синхронного битового потока с постоянной скоростью передачи

Служебная нагрузка блока OPUk для этого отображения состоит из идентификатора структуры полезной нагрузки (PSI), содержащего тип полезной нагрузки (PT), 255 байтов, зарезервированных для будущей международной стандартизации (RES), и семи байтов в целях, специфических для клиента (CS). Определение этих байтов служебной нагрузки (CS) осуществляется в спецификации процесса инкапсуляции.

Полезная нагрузка блока OPUk для отображения этих не специфических для клиента сигналов состоит из 4×3808 байтов.

17.5.1 Отображение битового потока с синхронизацией октетов в блок OPUk

Если имеет место синхронизация октетов, то каждый октет входящего битового потока будет отображаться в байт данных (октет) полезной нагрузки блока OPUk.

17.5.2 Отображение битового потока без синхронизации октетов в блок OPUk

Если синхронизация октетов не осуществляется, то группы из 8 последовательных битов (не обязательно октеты) входящего битового потока будут отображаться в байт данных (октет) полезной нагрузки блока OPUk.

17.6 Отображение других сигналов с постоянной скоростью передачи и с согласованием в блок OPUk

Этот вопрос подлежит дальнейшему изучению.

18 Конкатенация

Конкатенация в сети OTN осуществляется путем виртуальной конкатенации сигналов блока OPUk.

18.1 Виртуальная конкатенация сигналов блока OPUk

18.1.1 Виртуальная конкатенация сигналов блока OPUk (OPUk-Xv, k = 1 .. 3, X = 1 .. 256)

На рисунке 18-1 представлена кадровая структура блока OPUk-Xv (k = 1,2,3). Она организована как выровненная по октетам кадровая структура блока с 4 столбцами и $X \times 3810$ колонками.

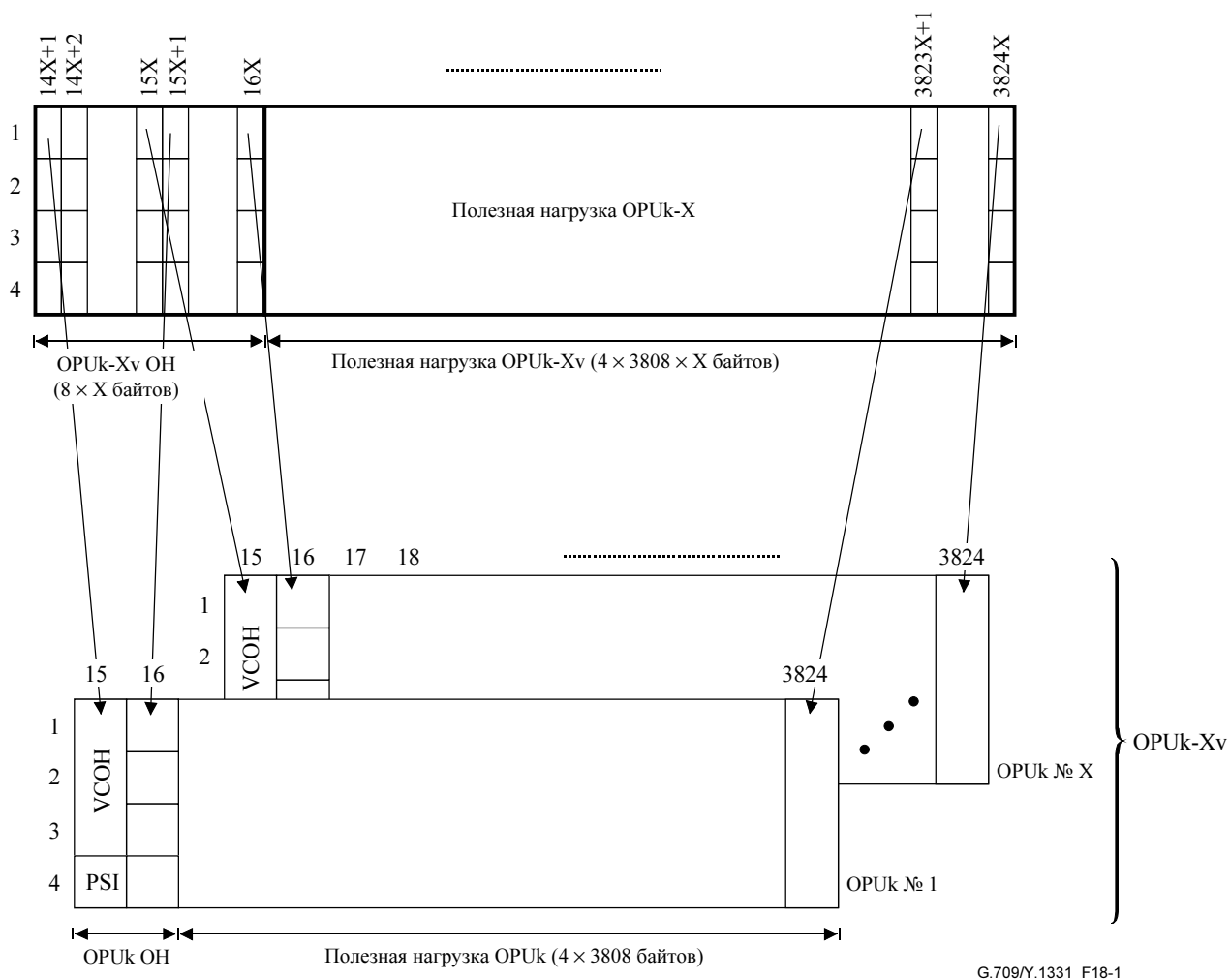


Рисунок 18-1/G.709/Y.1331 – Структура блока OPUk-Xv

Двумя основными областями кадра блока OPUk-Xv являются:

- область служебной нагрузки OPUk-Xv;
- область полезной нагрузки OPUk-Xv.

Столбцы с (14X+1) по 16X блока OPUk-Xv предназначены для области служебной нагрузки OPUk-Xv.

Столбцы с (16X+1) по 3824X блока OPUk-Xv предназначены для области полезной нагрузки OPUk-Xv.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Номера столбцов блока OPUk-Xv образуются из столбцов OPUk в кадре ODUk.

Блок OPUk-Xv содержит области полезной нагрузки X смежных областей полезной нагрузки блоков OPUk (OPUk-Xv-PLD) с информационной емкостью полезной нагрузки, составляющей, как показано на рисунке 18-1, $X \times 238/(239-k) \times 4^{(k-1)} \times 2\,488\,320$ кбит/с $\pm 20 \cdot 10^{-6}$. Полезная нагрузка OPUk-Xv-PLD отображается в X отдельных блоков OPUk, образующих блок OPUk-Xv.

Каждый OPUk блока ODUk-Xv транспортируется в блок ODUk, а блоки X ODUk образуют ODUk-Xv.

Каждый ODUk блока ODUk-Xv транспортируется через сеть отдельно. Из-за различия в задержках распространения блоков ODUk между отдельными блоками ODUk и, таким образом, между отдельными блоками OPUk будут иметь место различные задержки. Эти различные задержки должны компенсироваться, а отдельные блоки OPUk должны быть заново синхронизированы с целью доступа к смежной области полезной нагрузки.

18.1.2 Описание OPUk-Xv OH

18.1.2.1 Местоположение OPUk-Xv OH

Служебная нагрузка блока OPUk-Xv состоит из X-кратного идентификатора структуры полезной нагрузки (PSI), включающего тип полезной нагрузки (PT), X-кратной служебной нагрузки виртуальной конкатенации (VCOH), используемой для специфической виртуальной конкатенации последовательности, а также для многокадровой индикации и служебной нагрузки (например, биты возможности согласования и управления согласованием), связанной с отображением сигналов клиента в полезную нагрузку блока OPUk, как показано на рисунке 18-1. Идентификатор PSI и служебная нагрузка VCOH специфичны для каждого индивидуального OPUk блока OPUk-Xv, в то время как специфическая для отображения служебная нагрузка относится к сцепленному сигналу.

Служебная нагрузка VCOH блока OPUk-Xv состоит из 3-байтовой служебной нагрузки VCOH для каждого блока OPUk. Байты VCOH в каждом блоке OPUk используются так, как показано на рисунке 18-2.

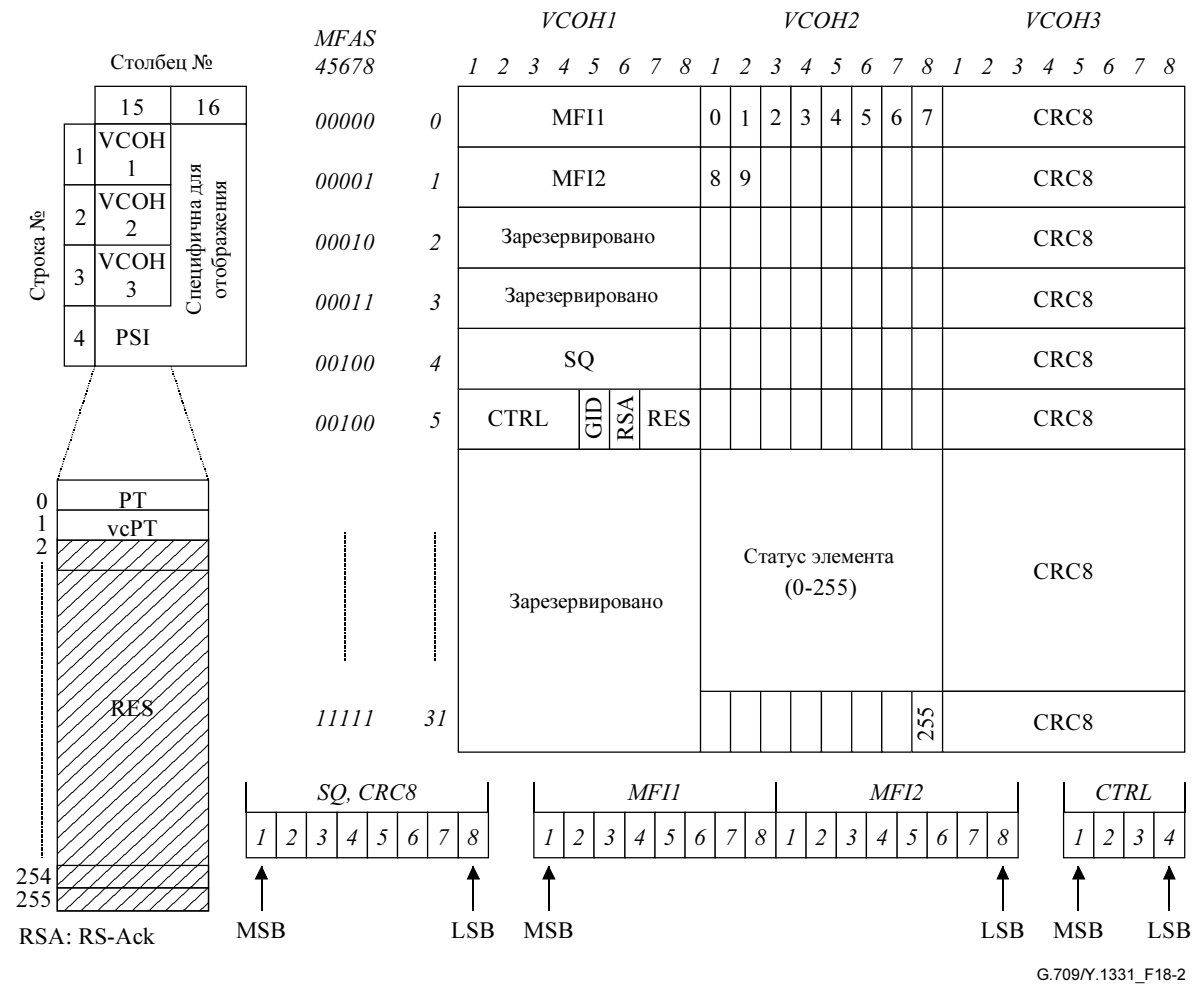


Рисунок 18-2/G.709/Y.1331 – Служебная нагрузка виртуальной конкатенации блока OPUk-Xv

18.1.2.2 Определение OPUk-Xv OH

18.1.2.2.1 Идентификатор структуры полезной нагрузки (PSI) блока OPUk-Xv

В каждом OPUk блока OPUk-Xv один байт находится в строке 4, столбце 15 (рисунок 18-2) для транспортировки сигнала 256-байтового идентификатора структуры полезной нагрузки (PSI), как определено в 15.9.2.

Идентификатор PSI[1] используется в качестве идентификатора типа полезной нагрузки, характерной для виртуальной конкатенации (vcPT).

Содержимое PSI одинаково в каждом OPUk блока OPUk-Xv.

18.1.2.2.1.1 Тип полезной нагрузки блока OPUk-Xv (vcPT)

Для указания состава сигнала блока OPUk-Xv в байте PSI[1] идентификатора структуры полезной нагрузки определен однобайтовый сигнал типа полезной нагрузки блока OPUk-Xv. Кодовые представления определены в таблице 18-1.

Таблица 18-1/G.709/Y.1331 – Кодовые представления типа полезной нагрузки (vcPT) для сигналов виртуальных сцепленных OPUk (OPUk-Xv)

MSB 1 2 3 4	LSB 5 6 7 8	Шестнадцатеричный код (Примечание 1)	Интерпретация
0 0 0 0	0 0 0 1	01	Экспериментальное отображение (Примечание 3)
0 0 0 0	0 0 1 0	02	Асинхронное отображение CBR, см. 18.2.1 и 18.2.2
0 0 0 0	0 0 1 1	03	Синхронное по битам отображение CBR, см. 18.2.1 и 18.2.2
0 0 0 0	0 1 0 0	04	Отображение ATM, см. 18.2.3
0 0 0 0	0 1 0 1	05	Отображение GFP, см. 18.2.4
0 0 0 1	0 0 0 0	10	Отображение битового потока с синхронизацией октетов, см. 18.2.6
0 0 0 1	0 0 0 1	11	Отображение битового потока без синхронизации октетов, см. 18.2.6
0 1 0 1	0 1 0 1	55	Не применяются (Примечание 2)
0 1 1 0	0 1 1 0	66	Не применяются (Примечание 2)
1 0 0 0	x x x x	80-8F	Коды, зарезервированные для частного использования (Примечание 4)
1 1 1 1	1 1 0 1	FD	Отображение тестового сигнала NULL, см. 18.2.5.1
1 1 1 1	1 1 1 0	FE	Отображение тестового сигнала PRBS, см. 18.2.5.2
1 1 1 1	1 1 1 1	FF	Не применяется (Примечание 2)

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Для будущей международной стандартизации оставлено 228 запасных кодов. Процедура получения одного из этих кодов для нового типа полезной нагрузки приведена в Приложении A/G.806.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Эти значения исключены из набора доступных кодовых представлений. Эти битовые комбинации содержатся в сигналах технического обслуживания блоков ODUk.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Значение "01" должно использоваться только для экспериментальных целей в случаях, когда код отображения не определен в данной таблице. Более полная информация по использованию этого кода содержится в Приложении A/G.806.

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Эти 16 кодовых значений не являются предметом будущей стандартизации. Более полная информация по использованию этих кодов содержится в Приложении A/G.806.

18.1.2.2.1.2 Служебная нагрузка, зарезервированная в идентификаторе структуры полезной нагрузки (RES) блока OPUk-Xv

В идентификаторе PSI блока OPUk зарезервированы 254 байта для будущей международной стандартизации. Эти байты расположены в идентификаторах с PSI[2] по PSI[255] служебной нагрузки блока OPUk. Этим байтам присвоены нулевые значения.

18.1.2.2.2 Служебная нагрузка виртуальной конкатенации блока OPUk-Xv (VC0H1/2/3)

При транспортировке кадровой структуры вида 8×3 байта $\times$ 32 кадра для служебной нагрузки, характерной для виртуальной конкатенации, используются по три байта на каждый OPUk блока OPUk-Xv. Эти байты расположены в строках 1, 2 и 3 столбца 15, как показано на рисунке 18-2.

Эта структура синхронизирована с многокадровым ODUk и "закрывается" в битах 4, 5, 6, 7 и 8 сигнала MFAS. Эта структура повторяется 8 раз в 256-кадровой группе.

Данная структура используется для транспортировки многокадровых последовательностей и служебной нагрузки управления схемой LCAS.

18.1.2.2.2.1 Индикатор многокадровой виртуальной конкатенации (MFI1, MFI2) блока OPUk-Xv

Для измерения дифференциальных задержек (между сигналами членов виртуальной конкатенированной группы) и компенсации (этих дифференциальных задержек) процессом повторной синхронизации в приемнике вводится двухступенчатая группа кадров.

На первой ступени используется сигнал MFAS в области служебной нагрузки 8-битового многокадрового индикатора. С каждым кадром блока ODUk сигнал MFAS получает приращение содержимого счетчика, которое меняется от 0 до 255.

На второй ступени в нагрузке VCON используются байты служебной нагрузки индикаторов MFI1 и MFI2. Они образуют 16-битовый многокадровый счетчик со старшими битами (MSB) в MFI1 и младшими битами (LSB) в MFI2.

Индикатор MFI1 занимает байт VCON1[0], а индикатор MFI2 – байт VCON1[1].

Многокадровый счетчик второй ступени меняет свое содержимое от 0 до 65535 и получает приращение содержимого при начале каждой группы кадров первой ступени (MFAS = 0).

Вся результирующая группа кадров (объединение содержимого 1-го многокадрового и 2-го многокадрового счетчиков) составляет 16 777 216 кадров блока ODUk.

При начале блока OPUk-Xv мультикадровая последовательность всех отдельных блоков OPUk в блоке OPUk-Xv одинакова.

В процессе повторной синхронизации должна быть компенсирована дифференциальная задержка по меньшей мере в 125 мкс.

18.1.2.2.2.2 Индикатор порядка следования (SQ) в блоке OPUk-Xv

Индикатор порядка следования SQ определяет последовательность/порядок объединения отдельных OPUk блока OPUk-Xv для получения полезной нагрузки X смежных блоков OPUk (OPUk-Xv-PLD), как показано на рисунке 18.1.

Индикатор SQ из 8 битов порядкового номера (обеспечивающий значения X до 256) транспортируется в байте нагрузки VCON1[4]. Бит 1 байта VCON1[4] является старшим (MSB), а бит 8 – младшим (LSB).

Каждый OPUk блока OPUk-Xv обладает фиксированным, однозначно определяемым порядковым номером в диапазоне от 0 до (X–1). Блок OPUk, транспортирующий первый временной интервал блока OPUk-Xv, имеет порядковый номер 0; блок OPUk, транспортирующий второй временной интервал, имеет порядковый номер 1 и так далее до блока OPUk, транспортирующего временной интервал X блока OPUk -Xv и имеющего порядковый номер (X–1).

В применениях, требующих фиксированной полосы частот, порядковый номер постоянно закреплен и не настраивается. Это позволяет проверить структуру блока OPUk-Xv без использования трассы, либо транспортировать ее через ряд сигналов блоков ODUk, которые имеют свои функции окончания трассы, являющиеся частью группы ресурсов функций окончания трассы блоков ODUk.

Вопросы использования и функционирования индикаторов SQ представлены в Рекомендации МСЭ-Т G.7042/Y.1305.

18.1.2.2.2.3 Управляющие слова LCAS (CTRL) блока OPUk-Xv

Управляющее слово LCAS (CTRL) занимает биты с 1 по 4 байта VCON1[5]. Бит 1 байта VCON1[5] является старшим, а бит 4 – младшим.

Управляющие команды схемы LCAS, их кодирование и функционирование представлены в Рекомендации МСЭ-Т G.1742/Y.1305.

18.1.2.2.2.4 Поле состояний элементов LCAS (MST) блока OPUk-Xv

Поле состояний элементов LCAS (MST) содержит информацию о состоянии отдельных блоков OPUk блока OPUk-Xv.

Для сообщения о состоянии отдельного блока OPUk от получателя к источнику используется один бит на один блок OPUk. Как показано на рисунке 18-2, используются байты от VCON2[0] до VCON2[31]. Вопросы кодирования и функционирования рассмотрены в Рекомендации МСЭ-Т G.7042/Y.1305.

Состояние всех элементов (их 256) передается за 1567 мкс (k = 1), 390 мкс (k = 2) и 97 мкс (k = 3).

18.1.2.2.2.5 Групповая идентификация LCAS (GID) блока OPuk-Xv

Групповая идентификация LCAS (GID) обеспечивает приемнику средства убедиться в том, что все входящие каналы исходят от одного передатчика. Вопросы кодирования и функционирования представлены в Рекомендации МСЭ-Т G.7042/Y.1305.

Для индикации GID используется бит 5 байта VCON1[5].

18.1.2.2.2.6 Подтверждение изменения последовательности (RS-Ack) для LCAS блока OPuk-Xv

Подтверждение изменения последовательности – это сигнал индикации (от получателя к источнику) о том, что обнаружено изменение последовательности, возрастание или убывание последовательности синхронизации. Вопросы кодирования и функционирования представлены в Рекомендации МСЭ-Т G.7042/Y.1305.

Бит 6 байта VCON1[5] используется для подтверждения изменения последовательности (RS-Ack).

18.1.2.2.2.7 Контроль циклическим избыточным кодом (CRC) в LCAS блока OPuk-Xv

Обеспечивается контроль быстрого принятия служебной нагрузки (ОН) в LCAS с виртуальной конкатенацией с помощью 8-битового циклического избыточного кода (CRC). Контрольная сумма для кода CRC-8 вычисляется по байтам VCON1 и VCON2 от кадра к кадру и вводится в байт VCON3. Порождающим полиномом для кода CRC_8 является $x^8 + x^2 + x + 1$. Вопросы функционирования рассматриваются в Рекомендации МСЭ-Т G.7042/Y.1305.

18.1.2.2.2.8 Зарезервированная служебная нагрузка VCON блока OPuk-Xv

Зарезервированной служебной нагрузке VCON присвоены нулевые значения.

18.1.2.2.3 Специфическая для отображения служебная нагрузка блока OPuk

В служебной нагрузке блока OPuk зарезервировано ($X \times 4$) байтов для служебной нагрузки, специфической для отображения. Эти байты находятся в столбцах с $15X+1$ по $16X$.

Использование этих байтов зависит от специфического для клиента сигнала отображения (определение дано в подразделе 18.2).

18.2 Отображение сигналов клиента

18.2.1 Отображение сигналов CBR (например, сигналов STM-64/256) в блок OPuk-4v

Отображение сигнала CBR (с допуском на скорость передачи битов до $20 \cdot 10^{-6}$) в блок OPuk-4v может быть выполнено в двух разных режимах (асинхронном и синхронном по битам) на основе одной базовой кадровой структуры блока OPuk-4v (см. рисунок 18-3).

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Примерами таких сигналов могут служить сигналы STM-64 и STM-256.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Максимальный допуск на скорость передачи битов между OPuk-4v и тактовой частотой сигнала клиента, который может быть адаптирован данной схемой отображения, составляет $\pm 65 \cdot 10^{-6}$. При допуске на скорость передачи битов в $\pm 20 \cdot 10^{-6}$ для тактовой частоты сигнала блока OPuk-4v допуск на скорость передачи битов сигнала клиента может составить $\pm 45 \cdot 10^{-6}$.

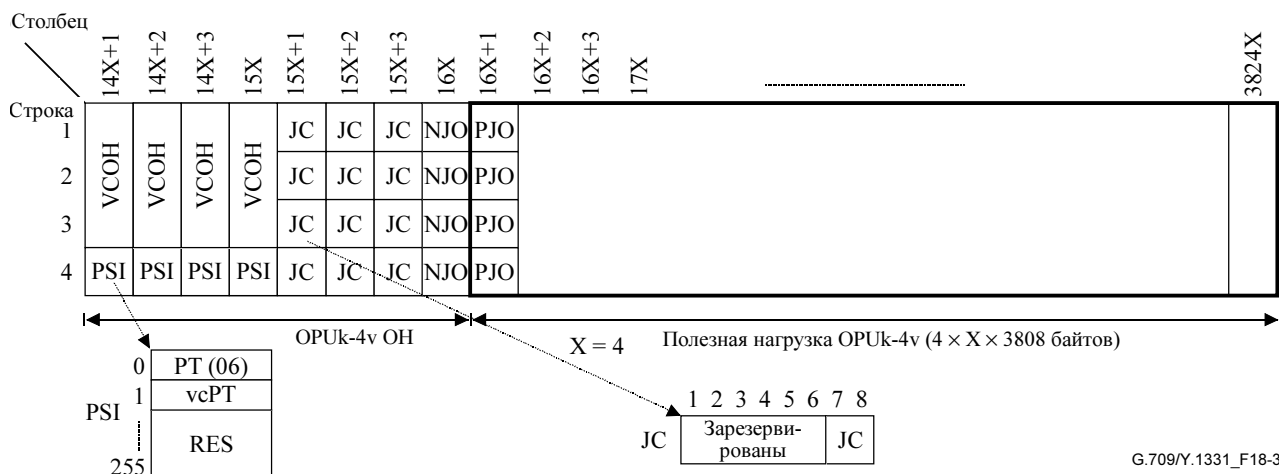


Рисунок 18-3/G.709/Y.1331 – Кадровая структура OPUk-4v при отображении сигнала CBR10G или CBR40G

Служебная нагрузка OPUk-4v для этих отображений состоит из X-кратного ($X = 4$) идентификатора структуры полезной нагрузки (PSI), содержащего тип полезной нагрузки (PT) и тип полезной нагрузки виртуальной конкатенации (vcPT), X-кратной служебной нагрузки виртуальной конкатенации (VCOH), трех байтов управления согласованием (JC) и одного байта возможности отрицательного согласования (NJO) на строку. Байты JC содержат два бита управления согласованием и шесть битов, зарезервированных для будущей международной стандартизации.

Полезная нагрузка блока OPUk-4v для этих отображений состоит из X-кратного ($X = 4$) числа байтов, равного 4×3808 байтам, включая один байт возможности положительного согласования (PJO) на строку.

Сигналы управления согласованием (JC), которые располагаются в столбцах 15X+1 (61), 15X+2 (62) и 15X+3 (63) каждой строки (биты 7 и 8) используются для управления двумя полями возможностей согласования NJO и PJO, которые находятся в столбцах 16X (64) и 16X+1 (65) каждой строки.

В процессах асинхронного и синхронного по битам отображений генерируются байты JC, NJO и PJO согласно таблицам 17-1 и 17-2, соответственно. В процессе восстановления, согласно таблице 17-3, интерпретируются байты JC, NJO и PJO. Для принятия решения по согласованию в процессе восстановления с целью защиты от ошибок в одном из трех сигналов управления согласованием (JC) будет использоваться выборка по большинству (два из трех).

Значения, содержащиеся в байтах NJO и PJO, в случае их использования в качестве байтов согласования состоят из одних нулей. Требуется, чтобы приемник игнорировал значение, содержащееся в этих байтах, всякий раз, когда они используются как байты согласования.

В состоянии искажения входящего сигнала клиента CBR (например, в случае потери входного сигнала) этот входящий ошибочный сигнал заменяется базовым сигналом AIS согласно 16.6.1, а затем отображается в OPUk-4v.

При состоянии искажения входящего сигнала блока ODUk/OPUk-4v (например, в случае ODUk-AIS, ODUk-LCK и ODUk-OCI) генерируется, как определено в 16.6.1, базовая кодовая комбинация сигнала AIS в качестве сигнала замены потерянного сигнала CBR.

Асинхронное отображение

Сигнал блока OPUk-4v для асинхронного отображения образуется из локально генерируемой тактовой частоты (в пределах, заданных в таблице 7-3), которая не зависит от сигнала клиента CBR (т. е. $4^{(k)} \times 2\,488\,320$ кбит/с).

Сигнал CBR (т. е. $4^{(k)} \times 2\,488\,320$ кбит/с) отображается в блок OPUk-4v при использовании схемы положительного/отрицательного/нулевого (pnz) согласования.

Синхронное по битам отображение

Тактовая частота блока OPUk-4v для синхронного по битам отображения образуется из сигнала клиента CBR (т. е. $4^{(k)} \times 2\,488\,320$ кбит/с). В состояниях отказа для сигналов CBR (т. е. в случае потери входного сигнала) скорость передачи битов сигнала полезной нагрузки блока OPUk-4v будет находиться в пределах, заданных в таблице 7-3, и ни частотная неоднородность, ни фазовый скачок кадров не будут вводиться. Повторная синхронизация по входящему сигналу CBR будет осуществляться без внесения частотной неоднородности или фазового скачка кадров.

Сигнал CBR (т. е. $4^{(k)} \times 2\,488\,320$ кбит/с) отображается в блок OPUk-4v без использования возможности согласования в рамках кадра блока OPUk-4v: NJO содержит четыре байта согласования, PJO содержит четыре байта данных, а сигналу JC присваивается значение 00.

18.2.1.1 Отображение сигнала CBR10G (например, сигнала STM-64) в блок OPU1-4v

Группы из 8 последовательных битов (не обязательно образующих байт) сигнала CBR10G отображаются в байт данных (D) блока OPU1-4v (см. рисунок 18-4). Возможно выполнение действия по положительному либо отрицательному согласованию по одному разу для каждой строки блока OPU1-4v (и, таким образом, по четыре раза для каждого кадра блока OPU1-4v).

	14X+1	14X+2	14X+3	15X	15X+1	15X+2	15X+3	16X	16X+1	16X+2	16X+3	17X	X = 4	3824X
1	PSI	VCCH	VCCH	VCCH	JC	JC	JC	JC	NJO	PJO			$4 \times 3808D - 1$	
2	PSI	VCCH	VCCH	VCCH	JC	JC	JC	JC	NJO	PJO			$4 \times 3808D - 1$	
3	PSI	VCCH	VCCH	VCCH	JC	JC	JC	JC	NJO	PJO			$4 \times 3808D - 1$	
4	PSI	VCCH	VCCH	VCCH	JC	JC	JC	JC	NJO	PJO			$4 \times 3808D - 1$	

Рисунок 18-4/G.709/Y.1331 – Отображение сигнала CBR10G в блок OPUk-4v

18.2.1.2 Отображение сигнала CBR40G (например, сигнала STM-256) в блок OPU2-4v

Группы из 8 последовательных битов (не обязательно образующих байт) сигнала CBR40G отображаются в байт данных (D) блока OPU2-4v (см. рисунок 18-5). Байты X-кратного 64-битового фиксированного заполнения (FS) добавляются к столбцам с $1904X+1$ по $1920X$. Можно выполнять действия либо положительного, либо отрицательного согласования по одному разу на каждую строку блока OPU2-Xv (и, таким образом, по четыре раза на каждый кадр блока OPU2-4v).

	14X+1	14X+2	14X+3	15X	15X+1	15X+2	15X+3	16X	16X+1	16X+2	16X+3	17X	.....	1904X	1904X+1	.....	1920X	1920X + 1	.....	3824X
1	PSI	VCCH	VCCH	VCCH	JC	JC	JC	JC	NJO	PJO	4 × 118 × 16D − 1				4 × 16FS		4 × 119 × 16D			
2		VCCH	VCCH	VCCH	JC	JC	JC	JC	NJO	PJO	4 × 118 × 16D − 1				4 × 16FS		4 × 119 × 16D			
3		VCCH	VCCH	VCCH	JC	JC	JC	JC	NJO	PJO	4 × 118 × 16D − 1				4 × 16FS		4 × 119 × 16D			
4		VCCH	VCCH	VCCH	JC	JC	JC	JC	NJO	PJO	4 × 118 × 16D − 1				4 × 16FS		4 × 119 × 16D			

Рисунок 18-5/G.709/Y.1331 – Отображение сигнала CBR40G в блок OPU2-4v

18.2.2 Отображение сигналов CBR (например, сигналов STM-256) в блок OPUk-16v

Отображение сигнала CBR (с допуском на скорость передачи битов до $\pm 20 \cdot 10^{-6}$) в блок OPUk-16v может быть выполнено в двух разных режимах (асинхронном и синхронном по битам) на основе одной базовой модифицированной кадровой структуры блока OPUk-16v (см. рисунок 18-6). Эта модифицированная кадровая структура блока OPUk-16v имеет часть своей служебной нагрузки (ОН) блока OPUk-16v, распределенную по кадру; следовательно, столбцы с номерами $15X+5$ по $16X$ находятся теперь в области полезной нагрузки блока OPUk-16v.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Примерами таких сигналов могут служить сигналы STM-256.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Максимальный допуск на скорость передачи битов между блоком OPUk-16v и генератором тактовой частоты сигнала клиента, который может быть адаптирован данной схемой отображения, составляет $\pm 65 \cdot 10^{-6}$. При допуске на скорость передачи битов в $\pm 20 \cdot 10^{-6}$ для тактовой частоты блока OPUk-16v допуск на скорость передачи битов сигнала клиента составляет $\pm 45 \cdot 10^{-6}$.

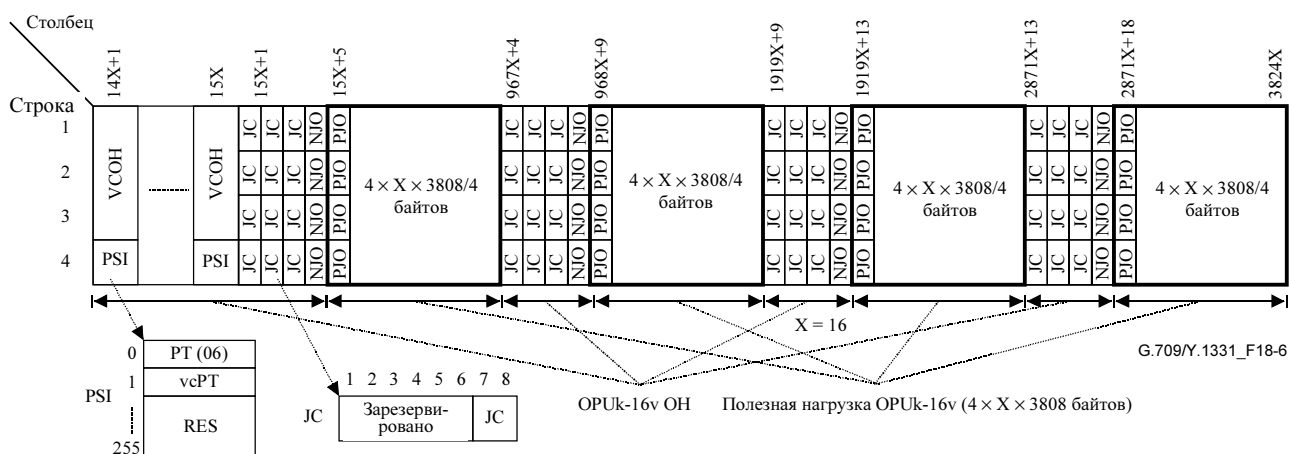


Рисунок 18-6/G.709/Y.1331 – Кадровая структура блока OPUk-16v для отображения сигнала CBR

Служебная нагрузка блока OPUk-16v для этих отображений состоит из X-кратного ($X = 4$) идентификатора структуры полезной нагрузки (PSI), содержащего тип полезной нагрузки (PT) и тип полезной нагрузки виртуальной конкатенации (vcPT), X-кратной служебной нагрузки виртуальной конкатенации (VCOH), 4×3 байтов управления согласованием (JC) и 4×1 байтов возможности отрицательного согласования (NJO) на строку. Байты JC состоят из двух битов управления согласованием и шести битов, зарезервированных для будущей международной стандартизации.

Полезная нагрузка блока OPUk-16v для этих отображений состоит из 4 блоков по 4×15232 байтов каждый, включая 4×1 байтов возможности положительного согласования (PJO) на строку.

Сигналы управления согласованием (JC), которые располагаются в столбцах, указанных на рисунке 18-3 (биты 7 и 8), используются для управления двумя полями возможностей согласования NJO и PJO, которые находятся в последующих двух столбцах каждой строки.

В процессах асинхронного и синхронного по битам отображений генерируются байты JC, NJO и PJO согласно таблицам 17-1 и 17-2, соответственно. В процессе восстановления, согласно таблице 17-3, интерпретируются байты JC, NJO и PJO. Для принятия решения по согласованию в процессе восстановления с целью защиты от ошибок в одном из трех сигналов управления согласованием (JC) должна использоваться выборка по большинству (два из трех).

Значения, содержащиеся в байтах NJO и PJO, состоят из одних нулей в случае их использования в качестве байтов согласования. Приемник должен игнорировать значение, содержащееся в этих байтах, всякий раз, когда они используются как байты согласования.

В состоянии искажения входящего сигнала клиента CBR (например, в случае потери входного сигнала) этот искаженный входящий сигнал заменяется базовым сигналом AIS согласно подразделу 16.6.1 и затем отображается в блок OPUk-16v.

В состоянии искажения входящего сигнала блока ODUk/OPUk-16v (например, в случае сигналов ODUk-AIS, ODUk-LCK и ODUk-OCI), согласно определениям в 16.6.1, генерируется базовая кодовая комбинация сигнала AIS в качестве сигнала замены потерянного сигнала SBR.

Асинхронное отображение

Сигнал блока OPUk-16v для асинхронного отображения образуется из локально генерируемой тактовой частоты (в пределах, заданных в таблице 7-3), которая не зависит от сигнала клиента CBR (т. е. $4^{(k+1)} \times 2\,488\,320$ кбит/с).

Сигнал CBR (т. е. $4^{(k+1)} \times 2\,488\,320$ кбит/с) отображается в блок OPUk-16v при использовании схемы положительного/отрицательного/нулевого (pnz) согласования.

Синхронное по битам отображение

Тактовая частота блока OPUk-16v для синхронного по битам отображения образуется из сигнала клиента CBR. В состояниях искажения входящего сигнала CBR (например, в случае потери входящего сигнала) скорость передачи битов сигнала полезной нагрузки блока OPUk-16v будет находиться в пределах, заданных в таблице 7-3, и не будут вноситься ни частотная неоднородность, ни фазовый скачок кадров. Повторная синхронизация по входящему сигналу CBR будет осуществляться без внесения частотной неоднородности или фазового скачка кадров.

Сигнал CBR (т. е. $4^{(k+1)} \times 2\,488\,320$ кбит/с) отображается в блок OPUk-16v без использования возможности согласования в пределах кадра блока OPUk-16v: NJO содержит четыре байта согласования, PJO содержит четыре байта данных, а сигналу JC присваивается значение 00.

18.2.2.1 Отображение сигнала CBR40G (например, сигнала STM-256) в блок OPU1-16v

Группы из 8 последовательных битов (не обязательно образующих байт) сигнала CBR40G отображаются в байт данных (D) блока OPU1-16v (см. рисунок 18-7). Возможно выполнение действий как по положительному, так и по отрицательному согласованию по четыре раза на каждую строку блока OPU1-16v (и, таким образом, шестнадцать раз для каждого кадра блока OPU1-16v).

Строка №		Столбец №																								
		14X+1		15X		15X+1		15X+5		X = 16		967X+4		968X+9		1919X+9		1919X+13		2871X+13		2871X+18		3824X		
		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		
		VCOH		VCOH		VCOH		VCOH		VCOH		VCOH		VCOH		VCOH		VCOH		VCOH		VCOH		VCOH		
		PSI		PSI		PSI		PSI		PSI		PSI		PSI		PSI		PSI		PSI		PSI		PSI		
1		VCOH		JC	JC	JC	JC	JC	JC	NJO	PJO	15231D	JC	JC	JC	JC	NJO	PJO	15231D	JC	JC	JC	JC	NJO	PJO	15231D
2		VCOH		JC	JC	JC	JC	JC	JC	NJO	PJO	15231D	JC	JC	JC	JC	NJO	PJO	15231D	JC	JC	JC	JC	NJO	PJO	15231D
3		VCOH		JC	JC	JC	JC	JC	JC	NJO	PJO	15231D	JC	JC	JC	JC	NJO	PJO	15231D	JC	JC	JC	JC	NJO	PJO	15231D
4		PSI		JC	JC	JC	JC	JC	JC	NJO	PJO	15231D	JC	JC	JC	JC	NJO	PJO	15231D	JC	JC	JC	JC	NJO	PJO	15231D

Рисунок 18-7/G.709/Y.1331 – Отображение сигнала CBR40G в блок OPU1-16v

18.2.3 Отображение потока ячеек ATM в блок OPuk-Xv

Поток ячеек ATM с постоянной скоростью передачи битов и с информационной емкостью, которая идентична области полезной нагрузки блока OPuk-Xv, создается путем мультиплексирования ячеек ATM набора сигналов VP ATM. Адаптация к скорости осуществляется как часть этого процесса формирования потока ячеек либо путем ввода свободных ячеек, либо путем отбрасывания ячеек (см. Рекомендацию МСЭ-Т I.432.1). Поток ячеек ATM отображается в область полезной нагрузки блока OPuk-Xv с байтовой структурой ячеек ATM, согласованной с байтовой структурой полезной нагрузки блока OPuk-Xv (см. рисунок 18-8). Таким образом, границы ячеек ATM выравниваются по границам байтов полезной нагрузки блока OPuk-Xv. Поскольку информационная емкость полезной нагрузки блока OPuk-Xv ($X \times 15232$ байтов) не является целым, кратным длине ячейки (53 байта), то ячейка может пересекать границу кадра блока OPuk-Xv.

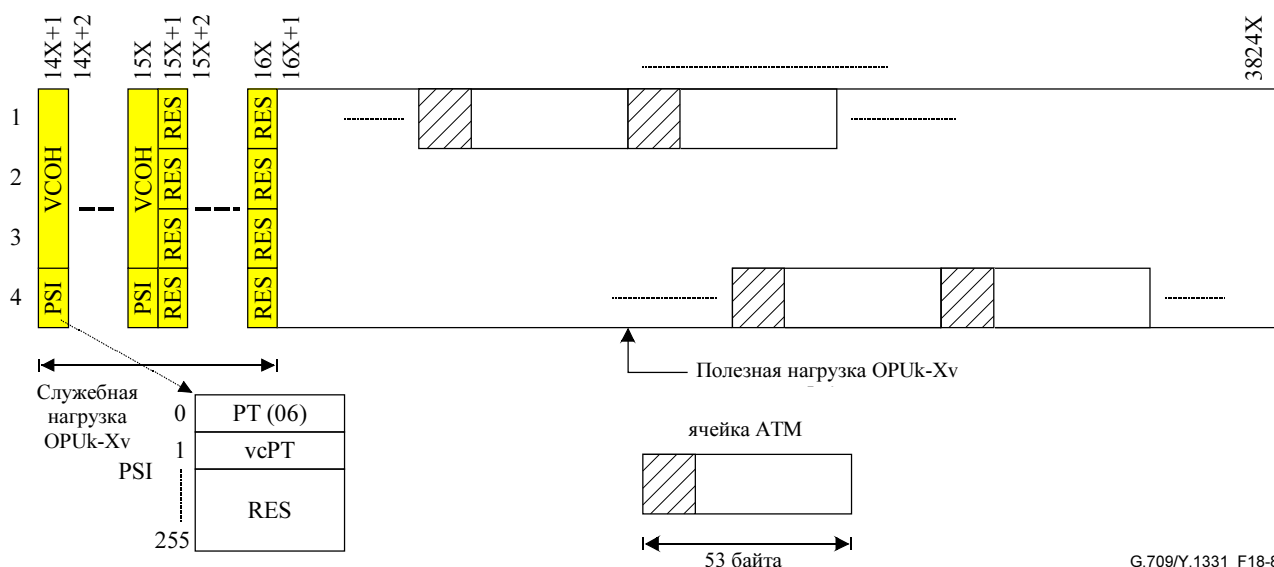


Рисунок 18-8/G.709/Y.1331 – Кадровая структура блока OPuk-Xv и отображение ячеек ATM в блок OPuk-Xv

Информационное поле ячейки ATM (48 байтов) должно скремблироваться перед отображением в блок OPuk-Xv. При обратной операции, сопровождающей окончание сигнала блока OPuk-Xv, информационное поле ячейки ATM должно дескремблироваться до пересылки на уровень ATM. Должен использоваться самосинхронизирующийся скремблер с порождающим полиномом $x^{43} + 1$ (как определено в Рекомендации МСЭ-Т I.432.1). Скремблер работает в течение времени, соответствующего информационному полю ячейки. На время, соответствующее 5-байтовому заголовку, работа скремблера приостанавливается, а состояние скремблера сохраняется. Первая ячейка, переданная при запуске, может быть искажена, потому что дескремблер на принимающем конце может быть не синхронизирован со скремблером передатчика. Скремблирование информационного поля ячейки необходимо для обеспечения защиты от ложного формирования ячейки и информационного поля ячейки, дублирующих сигнал кадровой синхронизации блоков OTUk и ODUk.

При выделении потока ячеек ATM из области полезной нагрузки блока OPuk-Xv после окончаний блоков ODUk ячейки ATM должны быть восстановлены. Заголовок ячейки ATM содержит поле "контроль ошибок заголовка" (HEC), которое может быть использовано таким же образом, как слово синхронизации кадров, в целях выделения ячеек. В этом методе с контролем HEC используется корреляция между битами заголовка, защищенными с помощью контроля HEC (32 бита), и управляющим битом HEC (8 битов), введенным в заголовок после вычислений с укороченным циклическим кодом при порождающем полиноме $g(x) = x^8 + x^2 + x + 1$.

После этого остаток этого полинома добавляется к фиксированной кодовой комбинации "01010101", чтобы повысить эффективность формирования ячеек. Этот метод подобен общепринятому методу восстановления кадровой синхронизации, где сигнал синхронизации не является фиксированным, а меняется от ячейки к ячейке.

Более полная информация по выделению ячеек с использованием HEC приводится в Рекомендации МСЭ-Т I.432.1.

Служебная нагрузка блока OPuk-Xv для отображения ячеек ATM состоит из X-кратного идентификатора структуры полезной нагрузки (PSI), содержащего тип полезной нагрузки (PT) и тип полезной нагрузки виртуальной конкатенации (vcPT), X-кратной трехбайтовой служебной нагрузки виртуальной конкатенации (VCON) и $(X \times 4)$ байтов, зарезервированных для будущей международной стандартизации (RES).

Полезная нагрузка блока OPuk-Xv для отображения ячеек ATM состоит из $4X \times 3808$ байтов.

18.2.4 Отображение кадров GFP в блок OPuk-Xv

Отображение кадров базовой процедуры формирования кадров (GFP) выполняется путем выравнивания байтовой структуры каждого кадра процедуры GFP с байтовой структурой полезной нагрузки блока OPuk-Xv (см. рисунок 18-9). Поскольку кадры GFP имеют переменную длину (при отображении на максимальную длину кадра не налагается никаких ограничений), то кадр GFP может пересекать границу кадра OPuk. Кадр GFP состоит из заголовка GFP и области полезной нагрузки GFP.

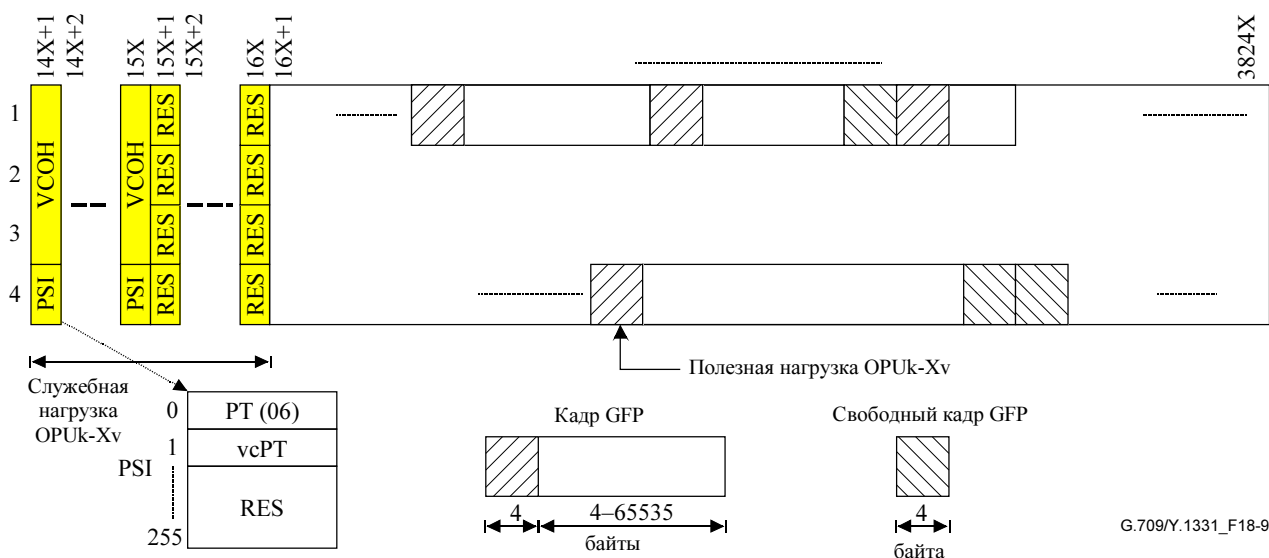


Рисунок 18-9/G.709/Y.1331 – Кадровая структура блока OPuk-Xv и отображение кадров GFP в блок OPuk-Xv

Кадры GFP поступают в виде непрерывного битового потока с информационной емкостью, идентичной области полезной нагрузки блока OPuk-Xv, что вызвано вводом свободных кадров процедуры GFP на стадии инкапсуляции в процедуру GFP. Поток кадров GFP скремблируется в процессе инкапсуляции.

ПРИМЕЧАНИЕ. – На стадии отображения не требуется адаптация к скорости или скремблирование; это выполняется процессом инкапсуляции в процедуру GFP.

Служебная нагрузка блока OPuk-Xv для отображения кадров GFP состоит из X-кратного идентификатора полезной нагрузки (PSI), содержащего тип полезной нагрузки (PT) и тип полезной нагрузки виртуальной конкатенации, X-кратной трехбайтовой служебной нагрузки виртуальной конкатенации (VCON) и $(X \times 4)$ байтов, зарезервированных для будущей международной стандартизации (RES).

Полезная нагрузка блока OPuk-Xv для отображения кадров процедуры GFP состоит из $4X \times 3808$ байтов.

18.2.5 Отображение тестового сигнала в блок OPuk-Xv

18.2.5.1 Отображение сигнала клиента NULL в блок OPuk-Xv

Сигнал полезной нагрузки блока OPuk-Xv с кодовой комбинацией из одних нулей (см. рисунок 18-10) определен для целей тестирования. Этот сигнал называется сигналом клиента NULL.

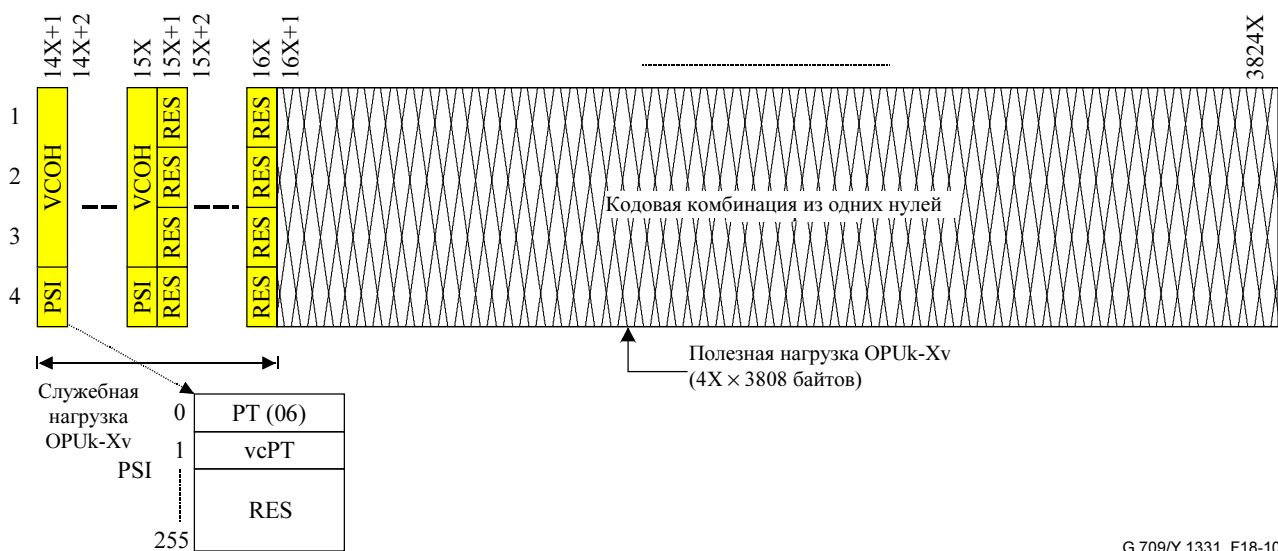


Рисунок 18-10/G.709/Y.1331 – Кадровая структура блока OPUk-Xv и отображение сигнала клиента NULL в блок OPUk-Xv

Служебная нагрузка блока OPUk-Xv для отображения сигнала клиента NULL (НУЛЬ) состоит из X-кратного идентификатора структуры полезной нагрузки (PSI), содержащего тип полезной нагрузки (PT) и тип полезной нагрузки виртуальной конкатенации (vcPT), X-кратной трехбайтовой служебной нагрузки виртуальной конкатенации (VCOH) и $(X \times 4)$ байтов, зарезервированных для будущей международной стандартизации (RES).

Полезная нагрузка блока OPUk-Xv для отображения сигнала клиента NULL состоит из $4X \times 3808$ байтов.

18.2.5.2 Отображение тестового сигнала RPBS в блок OPUk-Xv

Как описано в 5.8/O.150, для целей тестирования псевдослучайная тестовая последовательность из 2 147 483 647 битов ($2^{31}-1$) может быть отображена в полезную нагрузку блока OPUk-Xv. Группы из 8 последовательных битов сигнала тестовой псевдослучайной последовательности из 2 147 483 647 битов отображаются в 8 битов данных (8D) (т. е. в один байт) полезной нагрузки блока ODU3 (см. рисунок 18-11).

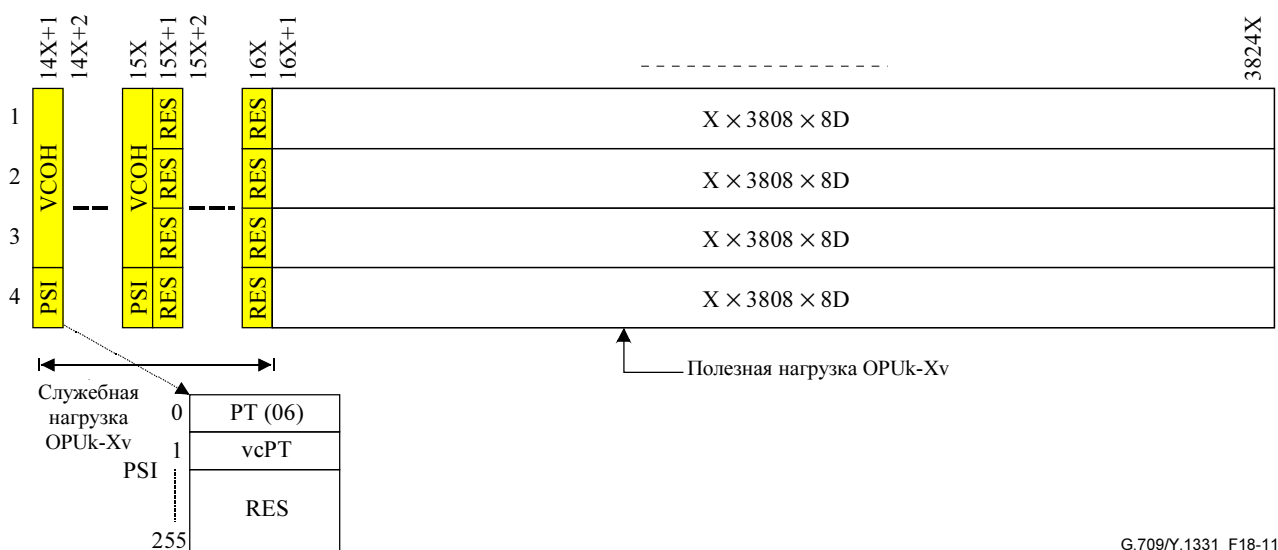


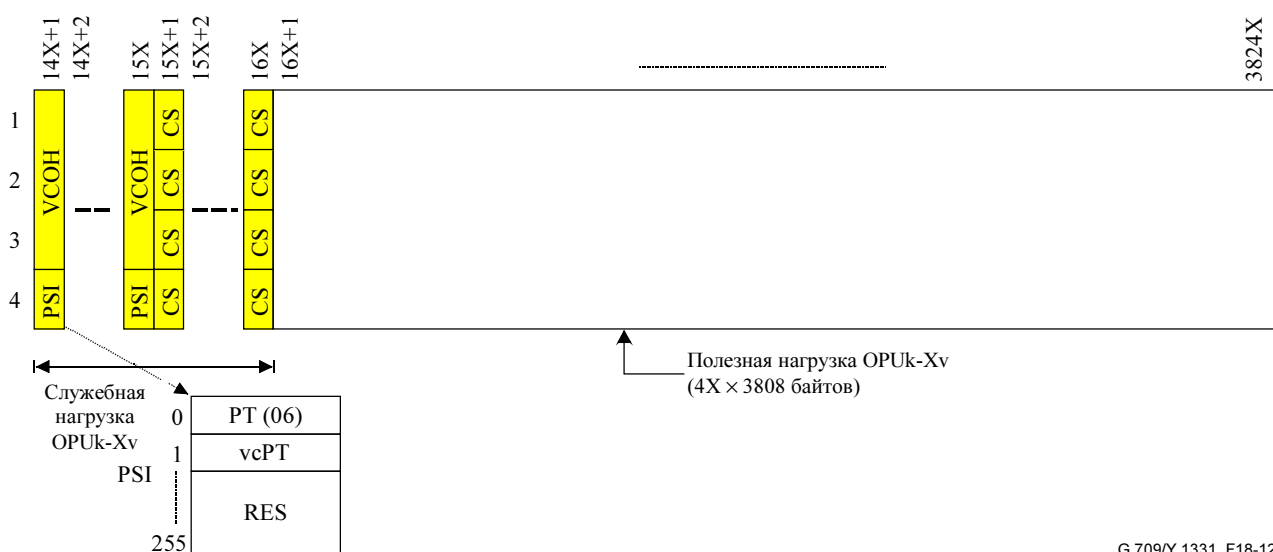
Рисунок 18-11/G.709/Y.1331 – Кадровая структура блока OPUk-Xv и отображение псевдослучайной тестовой последовательности из 2 147 483 647 битов в блок OPUk-Xv

Служебная нагрузка блока OPUk-Xv для отображения последовательности PRBS состоит из X-кратного идентификатора структуры полезной нагрузки (PSI), содержащего тип полезной нагрузки (PT) и тип полезной нагрузки виртуальной конкатенации (vcPT), X-кратной трехбайтовой служебной нагрузки виртуальной конкатенации (VCON) и $(X \times 4)$ байтов, зарезервированных для будущей международной стандартизации (RES).

Полезная нагрузка блока OPUk-Xv для отображения последовательности PBRS состоит из $4X \times 3808$ байтов.

18.2.6 Отображение не специфического для клиента битового потока в блок OPUk-Xv

В дополнение к отображениям специфических для клиента сигналов, описанных в других подразделах данного раздела, здесь определяется отображение не специфического для клиента битового потока в блок OPUk-Xv. Любой сигнал (множество сигналов) после инкапсуляции в непрерывный битовый поток со скоростью передачи битов полезной нагрузки блока OPUk-Xv может быть отображен (отображено) в полезную нагрузку блока OPUk-Xv (см. рисунок 18-12). Этот битовый поток должен быть синхронным с сигналом блока OPUk-Xv. Любое согласование должно быть включено в процесс создания непрерывного битового потока. Этот непрерывный битовый поток должен скремблироваться перед отображением в полезную нагрузку блока OPUk-Xv.



G.709/Y.1331_F18-12

Рисунок 18-12/G.709/Y.1331 – Кадровая структура блока OPUk-Xv для отображения синхронного битового потока с постоянной скоростью

Служебная нагрузка блока OPUk-Xv для отображения состоит из X-кратного идентификатора структуры полезной нагрузки (PSI), содержащего тип полезной нагрузки (PT) и тип полезной нагрузки виртуальной конкатенации (vcPT), X-кратной трехбайтовой служебной нагрузки виртуальной конкатенации (VCON) и $(X \times 4)$ байтов для конкретных целей клиента (CS). Определение этих байтов CS служебной нагрузки выполняется в рамках спецификации процесса инкапсуляции.

Полезная нагрузка блока OPUk-Xv для этого неспецифического отображения состоит из $4X \times 3808$ байтов.

18.2.6.1 Отображение битового потока с синхронизацией октетов в блок OPUk-Xv

Если имеет место синхронизация октетов, то каждый октет входящего потока данных будет отображаться в байт данных (октет) полезной нагрузки блока OPUk-Xv.

18.2.6.2 Отображение битового потока без синхронизации октетов в блок OPUk-Xv

Если синхронизация октетов отсутствует, то группы из 8 последовательных битов (не обязательно образующих октет) входящего потока данных будут отображаться в байт данных (октет) полезной нагрузки блока OPUk-Xv.

18.3 Схема LCAS при виртуальной конкатенации

См. Рекомендацию МСЭ-Т G.7042/Y.1305.

19 Отображение сигналов блока ODUk в сигнал блока ODTUjk

19.1 Определение компонентных интервалов блока OPUK

Блок OPUK делится на ряд компонентных интервалов (TS), и эти компонентные интервалы чередуются в блоке OPUK. Компонентный интервал включает часть области служебной нагрузки (ОН) блока OPUK и часть области полезной нагрузки блока OPUK. Байты кадра блока ODUj отображаются в область полезной нагрузки блока OPUK компонентного интервала. Байты служебной нагрузки согласования блока ODTUjk отображаются в область ОН OPUK.

19.1.1 Распределение компонентных интервалов блока OPU2

На рисунке 19-1 представлено распределение компонентных интервалов (TribSlot) блока OPU2. Компонентный интервал блока OPU2 занимает 25% области полезной нагрузки блока OPU2. Эта структура с 952 столбцами и 4 строками (см. рисунок 19-3). Четыре интервала TS блока OPU2 чередуются по байтам в области полезной нагрузки блока OPU2.

Биты		78		MFAS		Столбец			
Строка		1		.....		15		16	
11	1								
	2								
	3								
	4								
00	1								
	2								
	3								
	4								
01	1								
	2								
	3								
	4								
10	1								
	2								
	3								
	4								
11	1								
	2								
	3								
	4								
00	1								
	2								
	3								
	4								

Рисунок 19-1/G.709/Y.1331 – Распределение компонентных интервалов блока OPU2

Кроме того, служебная нагрузка согласования (JON), состоящая из сигналов управления согласованием (JC) и возможности отрицательного согласования (NJO) 4 интервалов TS блока OPU2, расположена в области служебной нагрузки, столбец 16 и строки с 1 по 4. Нагрузка JON присваивается соответствующим компонентным интервалам по каждому кадру. Нагрузка JON для компонентного интервала доступна один раз за каждые 4 кадра. Для такого присвоения используется многокадровая структура из 4 кадров. Эта многокадровая структура, как показано в таблице 19-1, "привязана" к битам 7 и 8 байта сигнала MFAS.

**Таблица 19-1/G.709/Y.1331 – Компонентные интервалы
ОН согласования OPU2**

MFAS		JON TS	
биты	7 8		
0 0		1	
0 1		2	
1 0		3	
1 1		4	

19.1.2 Распределение компонентных интервалов блока OPU3

На рисунке 19-2 представлено распределение компонентных интервалов блока OPU3. Компонентный интервал блока OPU3 занимает 6,25% области полезной нагрузки блока OPU3. Это структура с 238 столбцами и 4 строками (см. рисунок 19-4). Шестнадцать интервалов TS блока OPU3 чередуются по байтам в области полезной нагрузки блока OPU3.

Биты 5678 MFAS	Столбец	1	.....	15	16	17	18	19	20	21	22	23	.....	31	32	33	34	.....	3821	3822	3823	3824
Строка	1																					
1111	2																					
	3																					
	4																					
0000	1																					
	2																					
	3																					
	4																					
0001	1																					
	2																					
	3																					
	4																					
1110	1																					
	2																					
	3																					
	4																					
1111	1																					
	2																					
	3																					
	4																					
0000	1																					
	2																					
	3																					
	4																					

Рисунок 19-2/G.709/Y.1331 – Распределение компонентных интервалов блока OPU3

Кроме того, служебная нагрузка согласования (JOH), состоящая из сигналов управления согласованием (JC) и возможности отрицательного согласования (NJO) 16 интервалов TS блока OPU3, расположена в области служебной нагрузки, столбец 16 и строки с 1 по 4. Нагрузка JOH присваивается соответствующим компонентным интервалам по каждому кадру.

Нагрузка JOH для компонентного интервала доступна один раз в каждом 16 кадрах. Для такого присвоения используется многокадровая структура из 16 кадров. Эта многокадровая структура, как показано в таблице 19-2, "привязана" к битам 5, 6, 7 и 8 байта сигнала MFAS.

**Таблица 19-2/G.709/Y.1331 – Компонентные интервалы
ОН согласования блока OPU3**

MFAS биты 5 6 7 8	JOH TS	MFAS биты 5 6 7 8	JOH TS
0 0 0 0	1	1 0 0 0	9
0 0 0 1	2	1 0 0 1	10
0 0 1 0	3	1 0 1 0	11
0 0 1 1	4	1 0 1 1	12
0 1 0 0	5	1 1 0 0	13
0 1 0 1	6	1 1 0 1	14
0 1 1 0	7	1 1 1 0	15
0 1 1 1	8	1 1 1 1	16

19.2 Определение блока ODTU_{jk}

19.2.1 ODTU12

Компонентный блок данных оптического канала 12 (ODTU12) является структурой из 952 столбцов и 16 (4×4) строк плюс 1 столбец служебной нагрузки согласования (JOH). Он переносит согласованный сигнал блока ODU1. На рисунке 19-11 представлена структура блока OTU12. Местоположение столбца нагрузки JOH зависит от компонентного интервала блока OPU2, используемого при мультиплексировании блока ODTU12 в блок OPU2 (см. 19.1.1).

19.2.2 ODTU13

Компонентный блок данных оптического канала 13 (ODTU13) является структурой из 238 столбцов и 64 (16×4) строк плюс 1 столбец служебной нагрузки согласования (JOH). Он переносит согласованный сигнал блока ODU1. На рисунке 19-12 представлена структура блока OTU13. Местоположение столбца нагрузки JOH зависит от компонентного интервала блока OPU3, используемого при мультиплексировании блока ODTU13 в блок OPU3 (см. 19.1.2).

19.2.3 ODTU23

Компонентный блок данных оптического канала 23 (ODTU23) является структурой из 952 столбцов и 64 (16×4) строк плюс повторенный четыре раза 1 столбец служебной нагрузки согласования (JOH). Он переносит согласованный сигнал блока ODU2. На рисунке 19-13 представлена структура блока OTU23. Местоположение столбца нагрузки JOH зависит от компонентного интервала блока OPU3, используемого при мультиплексировании блока ODTU23 в блок OPU3 (см. 19.1.2). Их распределение может быть неодинаковым.

19.3 Мультиплексирование сигналов блока ODTU_{jk} в блок OPU_k

Мультиплексирование сигнала блока ODTU12 в сигнал блока OPU2 реализуется посредством отображения сигнала блока ODTU12 в один из четырех компонентных интервалов блока OPU2.

Мультиплексирование сигнала блока ODTU13 в сигнал блока OPU3 осуществляется посредством отображения сигнала блока ODTU13 в один из шестнадцати компонентных интервалов блока OPU3.

Мультиплексирование сигнала блока ODTU23 в сигнал блока OPU3 осуществляется посредством отображения сигнала блока ODTU23 в четыре (из шестнадцати) произвольных компонентных интервала блока OPU3, а именно: интервалы TSa, TSb, TSc и TSd блока OPU3, если $1 \leq a < b < c < d \leq 16$.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Значения a, b, c и d не должны быть последовательно возрастающими (например, $a = i$, $b = i+1$, $c = i+2$, $d = i+3$); эти значения могут быть выбраны произвольным образом с целью предотвращения дробления полосы пропускания.

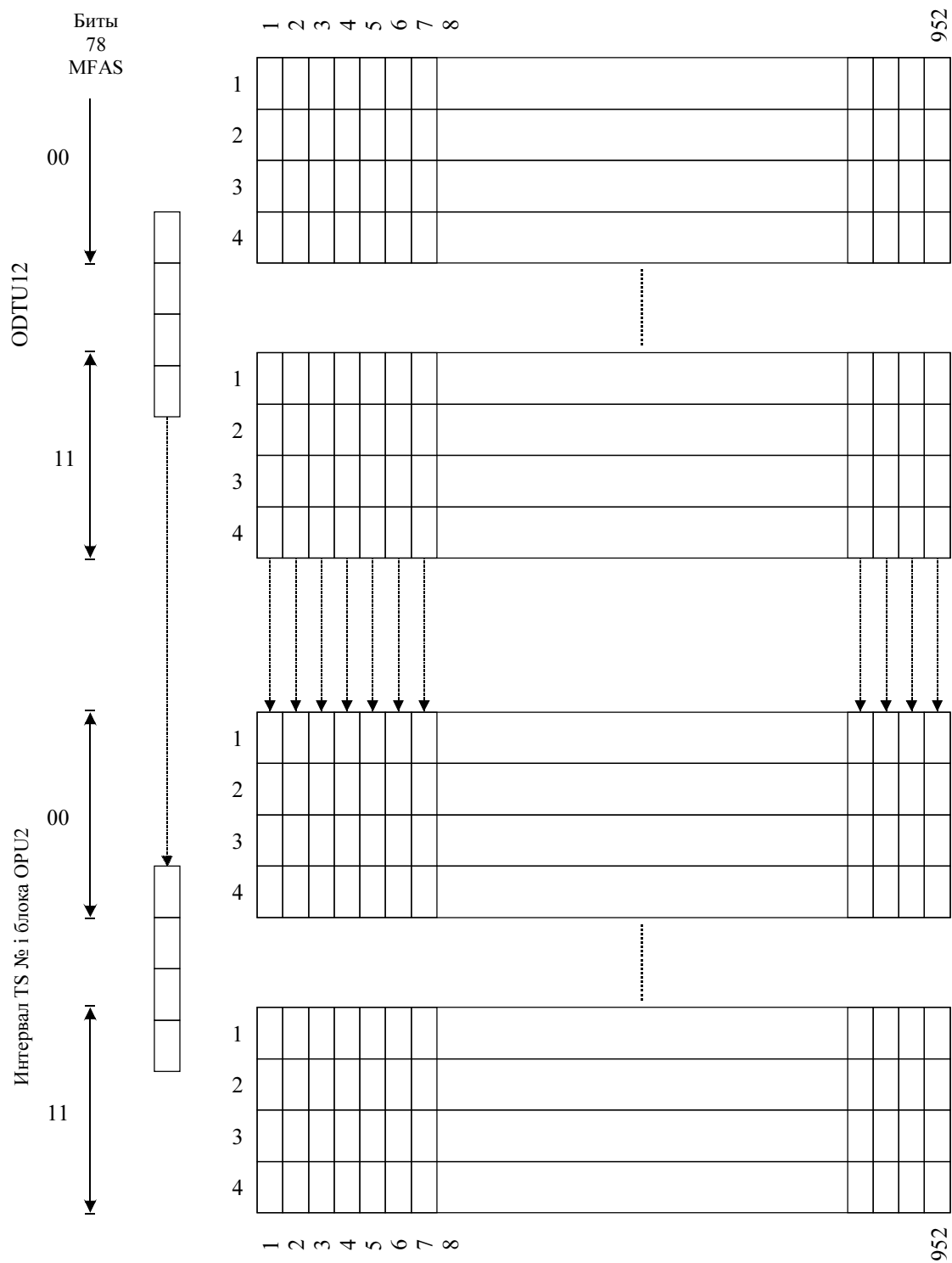
Служебная нагрузка блока OPUk для этих мультиплексированных сигналов состоит из структурного идентификатора полезной нагрузки (PSI), который содержит тип полезной нагрузки (PT) и мультиплексный структурный идентификатор (MSI), трех байтов управления согласованием (JC), одного байта возможности отрицательного согласования (NJO) и трех байтов, зарезервированных для будущей международной стандартизации (RES). Байты JC состоят из двух битов для управления согласованием и шести битов, зарезервированных для будущей международной стандартизации.

Трехбайтовый сигнал управления согласованием (JC), который располагается в строках/столбцах/кадрах, на которые указывают рисунки 19-1 и 19-2, используется для управления тремя байтами возможности согласования NJO, PJO1 и PJO2, следующими друг за другом в строке 4.

19.3.1 Отображение блока ODTU12 в один компонентный интервал блока OPU2

Байт сигнала блока ODTU12 отображается в байт интервала TS № i ($i = 1, 2, 3, 4$) блока OPU2, как показано на рисунке 19-3, для группы из 4 строк блока ODTU12.

Байт нагрузки JON блока ODTU12 отображается в байт нагрузки JON в служебной нагрузке (OH) блока OPU2, предназначенный для интервала TS № i блока OPU2.



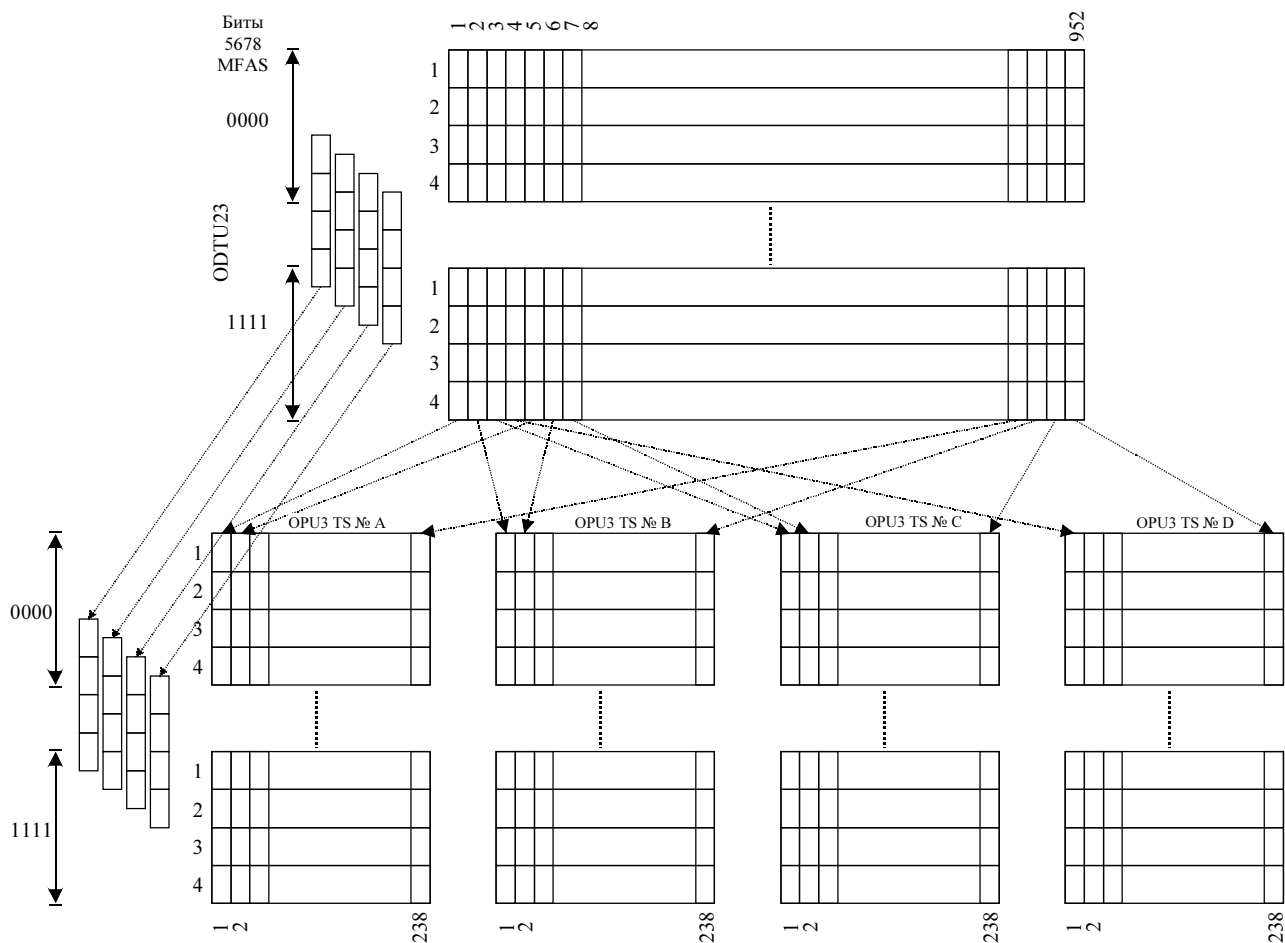
G.709/Y.1331_F19-3

Рисунок 19-3/G.709/Y.1331 – Отображение блока ODTU12 (исключая JON) в компонентный интервал блока OPU2

19.3.2 Отображение блока ODTU13 в один компонентный интервал блока OPU3

Байт сигнала блока ODTU13 отображается в байт интервала TS № i ($i = 1, 2, \dots, 16$) блока OPU3, как показано на рисунке 19-4, для группы из 4 строк блока ODTU13.

Байт JON блока ODTU13 отображается в байт JON в нагрузке (ОН) блока OPU3, предназначенной для интервала TS № i блока OPU3.



G.709/Y.1331_F19-5

Рисунок 19-5/G.709/Y.1331 – Отображение блока ODTU23 (исключая JON) в 4 компонентных интервала (№ A, № B, № C, № D, где $A < B < C < D$) блока OPU3

19.4 Служебная нагрузка мультиплексирования блока OPUk

Служебная нагрузка мультиплексирования блока OPUk состоит из мультиплексного структурного идентификатора (MSI), управления согласованием (JC) и служебной нагрузки возможности отрицательного согласования (NJO). На рисунке 19-6 показаны местоположения служебной нагрузки для MSI, JC и NJO блока OPUk. Кроме того, два байта служебной нагрузки положительного согласования (PJO1, PJO2) находятся в полезной нагрузке блока OPUk. Следует заметить, что местоположения для PJO1 и PJO2 зависят от многокадровой структуры.

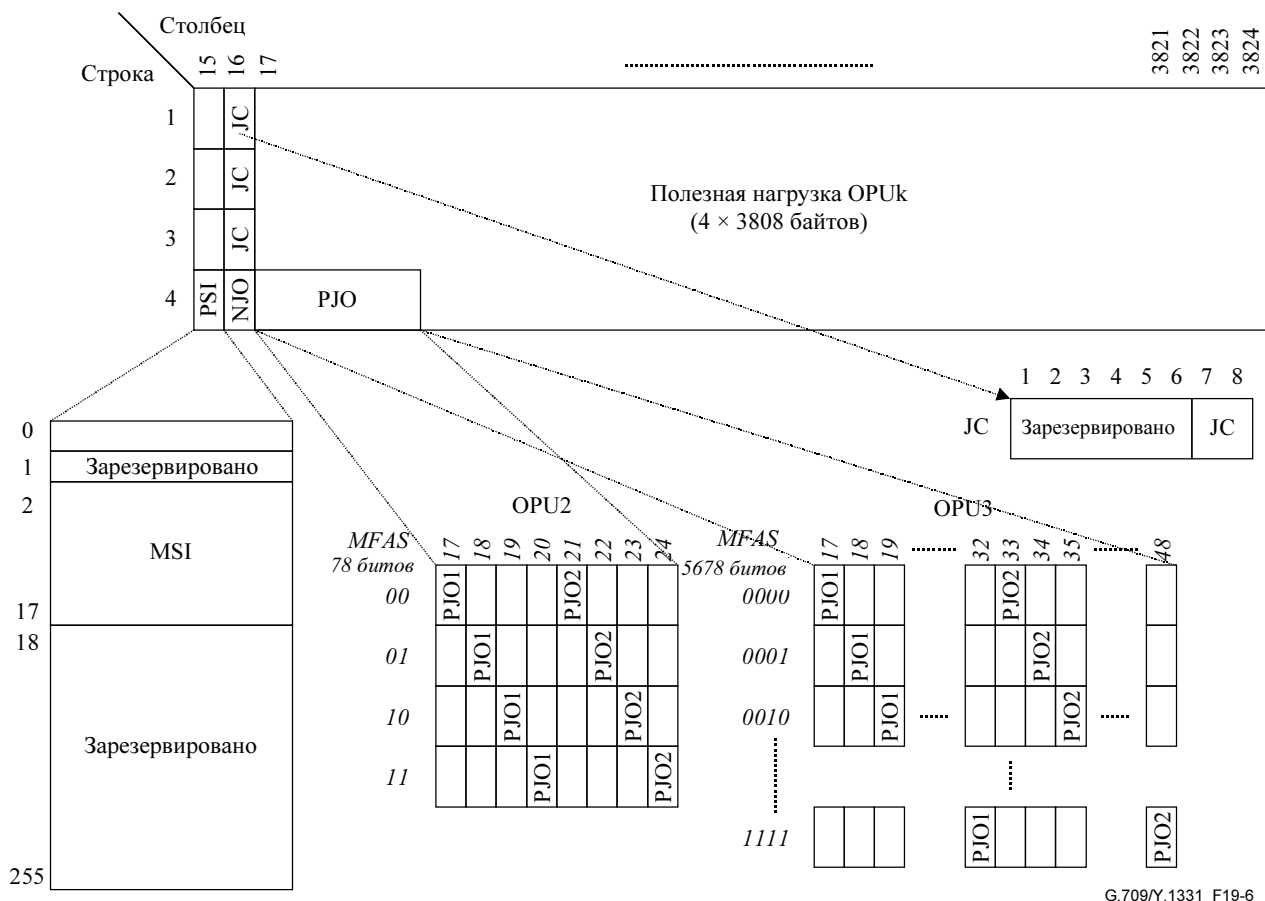


Рисунок 19-6/G.709/Y.1331 – Служебная нагрузка мультиплексирования блока OPUk

19.4.1 Идентификатор мультиплексной структуры (MSI) блока OPUk

Служебная нагрузка идентификатора мультиплексной структуры (MSI), при которой в OPU кодируется мультиплексная структура ODU, располагается в конкретной области отображения сигнала PSI (PSI[2] .. PSI[17]). Идентификатор MSI указывает на содержимое каждого компонентного интервала (TS) блока OPU. На рисунке 19-7 представлено базовое кодирование для каждого интервала TS. Для каждого интервала TS используется один байт.

- Биты 1 и 2 указывают на тип ODU, транспортируемого в интервале TS.
- Биты с 3 по 8 указывают на компонентный порт транспортируемого ODU. Это необходимо для гибкого присвоения блоков ODU компонентным интервалам (например, ODU2 в OPU3). В случае фиксированного присвоения номер компонентного порта соответствует номеру компонентного интервала.

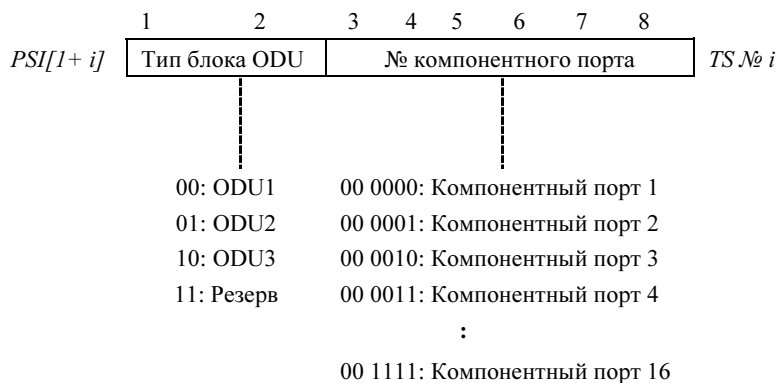


Рисунок 19-7/G.709/Y.1331 – Базовое кодирование MSI

19.4.1.1 Идентификатор мультиплексной структуры (MSI) блока OPU2

Как показано на рисунке 19-8, для четырех компонентных интервалов блока OPU2 используются 4 байта PSI.

- Тип блока ODU – это фиксированный ODU1.
- № компонентного порта указывает на номер порта блока ODU1, который транспортируется в этом интервале TS; присвоение портов компонентным интервалам является фиксированным, номер порта равен номеру компонентного интервала.

Остальные 12 байтов поля MSI (от PSI[6] до PSI[17]) остаются неиспользованными. Им присваивается нулевое значение, и они игнорируются приемником.

	1	2	3	4	5	6	7	8	
<i>PSI[2]</i>	00	00 0000							<i>TS1</i>
<i>PSI[3]</i>	00	00 0001							<i>TS2</i>
<i>PSI[4]</i>	00	00 0010							<i>TS3</i>
<i>PSI[5]</i>	00	00 0011							<i>TS4</i>

Рисунок 19-8/G.709/Y.1331 – Кодирование MSI блока OPU2

19.4.1.2 Идентификатор мультиплексной структуры (MSI) блока OPU3

Как показано на рисунке 19-9, для 16 компонентных интервалов блока OPU3 используются 16 байтов PSI.

- Тип блока ODU указывает, что переносит интервал TS блока OPU3: блок ODU1 или блок ODU2.
- № компонентного порта указывает номер порта блока ODU1/2, который транспортируется в этом интервале TS; в случае блока ODU2 возможно гибкое присвоение компонентных портов компонентным интервалам; в случае блока ODU1 это присвоение является фиксированным, и номер порта равен номеру интервала. Компонентные порты блока ODU2 пронумерованы от 1 до 4.

	1	2	3	4	5	6	7	8	
<i>PSI[2]</i>	Тип блока ODU		№ компонентного порта						<i>TS1</i>
<i>PSI[3]</i>	Тип блока ODU		№ компонентного порта						<i>TS2</i>
<i>PSI[4]</i>	Тип блока ODU		№ компонентного порта						<i>TS3</i>
<i>PSI[5]</i>	Тип блока ODU		№ компонентного порта						<i>TS4</i>
<i>PSI[6]</i>	Тип блока ODU		№ компонентного порта						<i>TS5</i>
<i>PSI[7]</i>	Тип блока ODU		№ компонентного порта						<i>TS6</i>
<i>PSI[8]</i>	Тип блока ODU		№ компонентного порта						<i>TS7</i>
<i>PSI[9]</i>	Тип блока ODU		№ компонентного порта						<i>TS8</i>
<i>PSI[10]</i>	Тип блока ODU		№ компонентного порта						<i>TS9</i>
<i>PSI[11]</i>	Тип блока ODU		№ компонентного порта						<i>TS10</i>
<i>PSI[12]</i>	Тип блока ODU		№ компонентного порта						<i>TS11</i>
<i>PSI[13]</i>	Тип блока ODU		№ компонентного порта						<i>TS12</i>
<i>PSI[14]</i>	Тип блока ODU		№ компонентного порта						<i>TS13</i>
<i>PSI[15]</i>	Тип блока ODU		№ компонентного порта						<i>TS14</i>
<i>PSI[16]</i>	Тип блока ODU		№ компонентного порта						<i>TS15</i>
<i>PSI[17]</i>	Тип блока ODU		№ компонентного порта						<i>TS16</i>

Рисунок 19-9/G.709/Y.1331 – Кодирование MSI блока OPU3

19.4.2 Зарезервированная служебная нагрузка идентификатора структуры полезной нагрузки (RES) блока OPUk

В идентификаторе PSI блока OPUk зарезервированы 239 байтов для будущей международной стандартизации. Эти байты располагаются в PSI[1] и от PSI[18] до PSI[255] служебной нагрузки блока OPUk. Всем этим байтам присвоены нулевые значения.

19.4.3 Служебная нагрузка согласования (JOH) мультиплексирования блока OPUk

Как видно из рисунка 19-6, служебная нагрузка согласования (JOH), расположенная в столбце 16 блока OPUk, состоит из трех байтов управления согласованием (JC) и одного байта возможности отрицательного согласования (NJO). Три байта JC расположены в строках 1, 2 и 3, а байт NJO – в строке 4.

Биты 7 и 8 каждого байта управления согласованием (JC) используются для управления согласованием. Остальные шесть битов зарезервированы для будущей международной стандартизации.

19.5 Отображение ODUj в ODTUjk

Отображение сигналов блока ODUj (с допуском $\pm 20 \cdot 10^{-6}$ на скорость передачи битов) в сигнал блока ODTUjk ($j = 1, 2$; $k = 2, 3$) выполняется как асинхронное отображение.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Максимальный допуск на скорость передачи битов между тактовой частотой сигналов блоков OPUk и ODUj, который может быть воспринят данной схемой отображения, составляет от $-113 \cdot 10^{-6}$ до $+83 \cdot 10^{-6}$ (ODU1 в OPU2), от $-96 \cdot 10^{-6}$ до $+101 \cdot 10^{-6}$ (ODU1 в OPU3) и от $-95 \cdot 10^{-6}$ до $+101 \cdot 10^{-6}$ (ODU2 в OPU3).

Сигнал ODUj расширен, как описано в 15.6.2.1 и 15.6.2.2, за счет служебной нагрузки кадровой синхронизации, и комбинации из всех нулей в поле служебной нагрузки блока OTUj (см. рисунок 19-10).

		Столбец №	
		1 ... 7	8 ... 14
Строка №	1	Область служебной нагрузки FA	Фиксированное заполнение (все нули)
	2	Область OPUj (4 × 3810 байтов)	
	3		
	4		

Рисунок 19-10/G.709/Y.1331 – Расширенная кадровая структура блока ODUj (включена OH FA, область OH OTUj содержит фиксированное заполнение)

Сигнал блока OPUk для мультиплексированной структуры ODUj образуется из локально генерируемой тактовой частоты (в рамках границ, описанных в таблице 7-3), которая зависит от сигналов клиента блока ODUj ($j = 1, 2$).

Расширенный сигнал блока ODUj адаптируется к локально генерируемой тактовой частоте блока ODUk посредством асинхронного отображения со схемой положительного/отрицательного/нулевого (pnz) согласования вида $-1/0/+1/+2$.

Байт блока ODUj отображается в байт блока ODTUjk.

Согласно таблице 19-3, в процессе асинхронного отображения генерируются сигналы JC, NJO, PJO1 и PJO2. Согласно таблице 19-3, в процессе восстановления интерпретируются сигналы JC, NJO, PJO1 и PJO2. В целях защиты от ошибок в одном из трех сигналов JC в процессе восстановления для принятия решения по согласованию должна использоваться мажоритарная выборка по большинству (два из трех).

Таблица 19-3/G.709/Y.1331 – Генерирование и интерпретация сигналов JC, NJO, PJO1 и PJO2

JC 7 8	NJO	PJO1	PJO2	Интерпретация
0 0	байт согласования	байт данных	байт данных	нет согласования (0)
0 1	байт данных	байт данных	байт данных	отрицательное согласование (–1)
1 0	байт согласования	байт согласования	байт согласования	двойное положительное согласование (+2)
1 1	байт согласования	байт согласования	байт данных	положительное согласование (+1)

Значение, содержащееся в сигналах NJO, PJO1 и PJO2, при их использовании в качестве байтов согласования, состоит из одних нулей. Приемник должен игнорировать значение, содержащееся в этих байтах, всякий раз, когда они используются в качестве байтов согласования.

В состоянии искажения входящего сигнала клиента блока ODU_j (например, потеря кадра (LOF) в блоке OTU_j) этот входящий ошибочный сигнал будет, согласно описанию в 16.5.1., содержать сигнал AIS блока ODU_j, который затем отображается в блок ODTU_{jk}.

В случае, когда сигнал блока ODU_j принимается с выхода коммутационной системы (функция соединений блока ODU_j), входящий сигнал может содержать (случай открытого матричного соединения) сигнал индикации OCI блока ODU_j, как описано в 16.5.2. Этот сигнал OCI ODU_j затем отображается в сигнал блока ODTU_{jk}.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Не все оборудование будет иметь реализованную функцию действительного соединения (то есть, коммутационную матрицу); вместо этого, наличие/отсутствие компонентных блоков портов интерфейса означает наличие/отсутствие матричного соединения. Если такой блок опущен преднамеренно (то есть не установлен), то соответствующие сигналы блока ODTU_{jk} должны переносить сигнал OCI ODU_j. Если такой блок установлен, но временно удален при действиях по ремонту, то соответствующий сигнал блока ODTU_{jk} должен переносить сигнал AIS ODU_j.

Сигналы блока OPU_k и, следовательно, сигналы блока ODTU_{jk} (k = 2,3) образуются из локально генерируемой тактовой частоты (в рамках пределов, описанных в таблице 17-3), которая не зависит от сигнала клиента блока ODU_j (j = 1,2).

Сигнал блока ODU_j (j = 1,2) отображается в блок ODTU_{jk} (k = 2,3) при использовании схемы положительного/отрицательного/нулевого (pnz) согласования вида –1/0/+1/+2.

Восстановление сигналов блока ODU_j из сигнала блока ODTU_{jk} (j = 1,2; k = 2,3) выполняется путем вычитания расширенного сигнала блока ODU_j из сигнала блока OPU_k под управлением его служебной нагрузки согласования (сигналы JC, NJO, PJO1, PJO2).

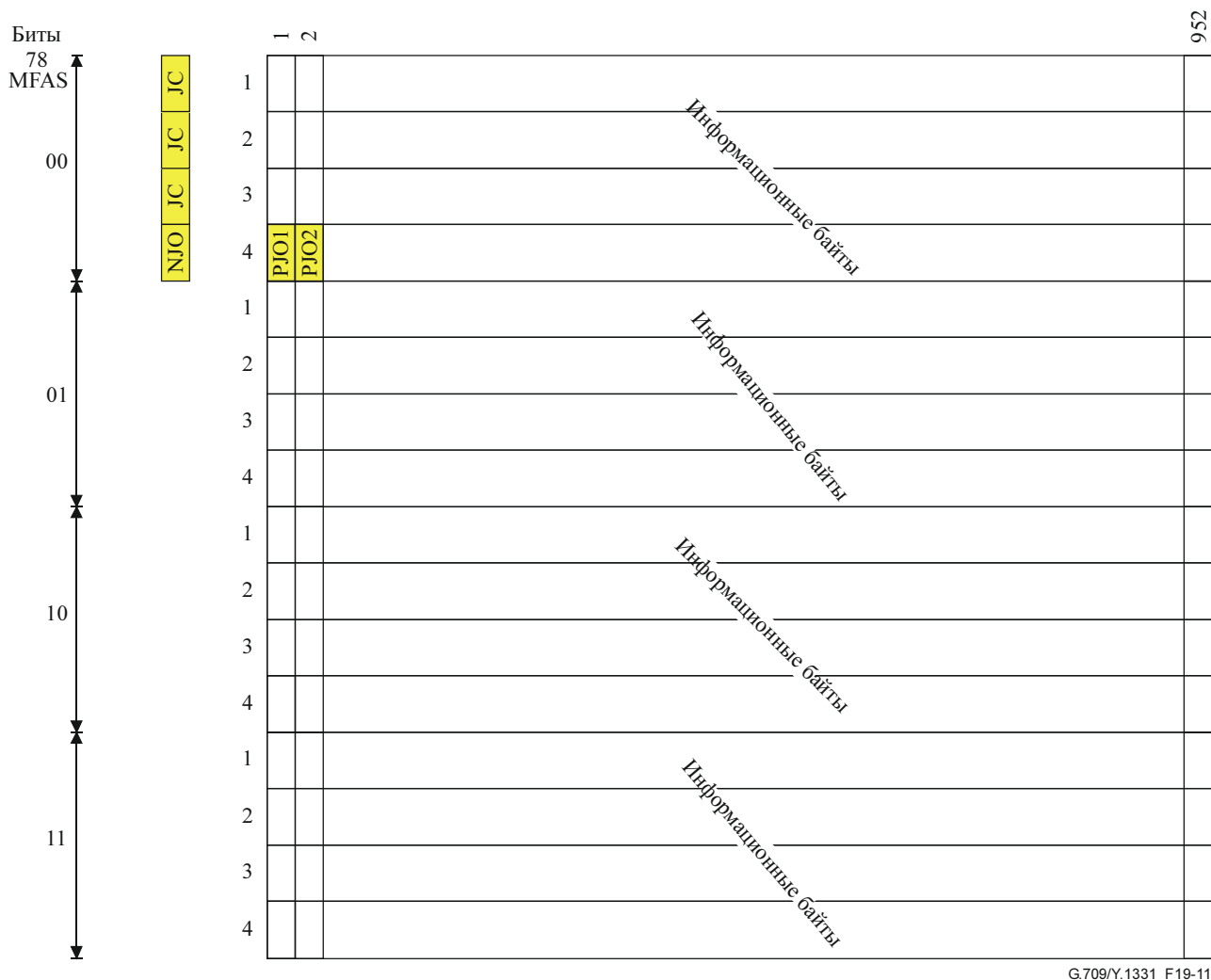
ПРИМЕЧАНИЕ. – В случае, когда сигнал блока ODU_j выводится как сигнал блока OTU_j, то для выполнения синхронного отображения кадров блока ODU_j в сигнал блока OTU_j должна быть восстановлена кадровая синхронизация выделенного расширенного сигнала блока ODU_j.

В состоянии искажения входящего сигнала блоков ODU_k/OPU_k (например, в случае AIS ODU_k, LCK ODU_k, OCI ODU_k), кодовая комбинация сигнала AIS для блока ODU_j, как описано в 16.5.1, генерируется в качестве сигнала замены потерянного сигнала блока ODU_j.

19.5.1 Отображение ODU1 в ODTU12

Байт сигнала блока ODU1 отображается в информационный байт блока ODTU12 (см. рисунок 19-11). Возможно выполнение действия либо по положительному, либо по отрицательному согласованию один раз для каждых 4 кадров блока OPU2.

Кадр, в котором может быть выполнено согласование, относится к нагрузке JON интервала TS блока OPU2, в который отображен блок ODTU12 (рисунок 19-1). На рисунке 19-11 представлен случай отображения в интервал TS1 блока OPU2.



G.709/Y.1331_F19-11

Рисунок 19-11/G.709/Y.1331 – Формат кадров блока ODTU12 и отображение блока ODU1 (случай отображения в TS1)

19.5.2 Отображение ODU1 в ODTU13

Байт сигнала блока ODU1 отображается в информационный байт блока ODTU13 (рисунок 19-12). Столбец 119 блока ODTU13 является фиксированным заполнением. Кодовая последовательность из одних нулей вводится в байты фиксированного заполнения. Возможно выполнение действия либо по положительному, либо по отрицательному согласованию один раз для каждых 16 кадров блока OPU3.

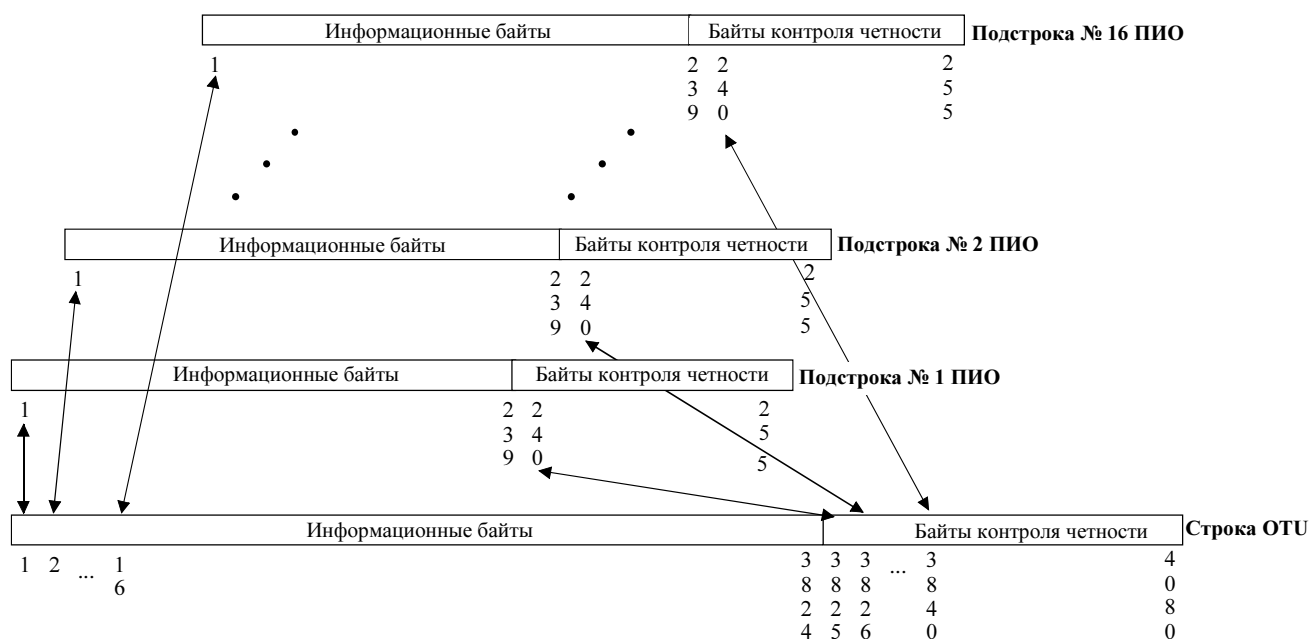
Кадр, в котором может быть выполнено согласование, относится к нагрузке JON интервала OPU3 TS, в который отображен блок ODTU13 (рисунок 19-2). На рисунке 19-12 представлен случай отображения в OPU3 TS3.

Приложение А

Прямое исправление ошибок с использованием 16-байтовых кодеков RS(255,239) с чередованием

При упреждающей коррекции ошибок для блока OTUk используются 16-байтовые кодеки с чередованием, где применяется код Рида-Соломона RS(255,239). Код RS(255,239) – это недвоичный код (алгоритм ПИО "оперирует" с байтовыми символами), принадлежащий к семейству систематических линейных циклических блочных кодов.

Как показано на рисунке А.1, при использовании ПИО строка блока OTU разделяется на 16 подстрок, используя чередование байтов. Каждый кодер/декодер ПИО обрабатывает одну из этих подстрок. Контрольные байты четности при ПИО вычисляются по всем информационным байтам от 1 до 239 каждой подстроки и передаются в байтах с 240 по 255 той же подстроки.



G.709/Y.1331_FA.1

Рисунок А.1/G.709/Y.1331 – Подстроки ПИО

Байты в строке блока OUT, принадлежащие подстроке X ПИО, определяются следующим образом: $X + 16 \times (i - 1)$ (при $i = 1 \dots 255$).

Порождающий полином кода задается равенством:

$$G(z) = \prod_{i=0}^{15} (z - \alpha^i),$$

где α – корень двоичного примитивного полинома $x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$.

Кодовое слово ПИО (см. рисунок А.2) состоит из информационных байтов и байтов четности (избыточность ПИО) и может быть представлено многочленом:

$$C(z) = I(z) + R(z).$$



Рисунок А.2/G.709/Y.1331 – Кодовое слово ПИО

Информационные байты могут быть представлены равенством:

$$I(z) = D_{254} \cdot z^{254} + D_{253} \cdot z^{253} + \dots + D_{16} \cdot z^{16},$$

где D_j (j – от 16 до 254) – информационный байт, представленный элементом преобразования Гаусса-Фурье GF(256), и:

$$D_j = d_{7j} \cdot \alpha^7 + d_{6j} \cdot \alpha^6 + \dots + d_{1j} \cdot \alpha^1 + d_{0j}.$$

Бит d_{7j} – старший бит, а бит d_{0j} – младший бит информационного байта.

D_{254} соответствует байту 1 в подстроке ПИО, а D_{16} соответствует байту 239.

Байты четности могут быть представлены равенством:

$$R(z) = R_{15} \cdot z^{15} + R_{14} \cdot z^{14} + \dots + R_1 \cdot z^1 + R_0,$$

где R_j (j – от 0 до 15) – байт четности, представленный элементом преобразования Гаусса-Фурье GF(256), и:

$$R_j = r_{7j} \cdot \alpha^7 + r_{6j} \cdot \alpha^6 + \dots + r_{1j} \cdot \alpha^1 + r_{0j}.$$

Бит r_{7j} – старший бит, а бит r_{0j} – младший бит байта четности.

R_{15} соответствует байту 240 в подстроке ПИО, а R_0 соответствует байту 255.

$R(z)$ вычисляется по формуле:

$$R(z) = I(z) \bmod G(z),$$

где "mod" означает вычисление по модулю согласно порождающему полиному кода $G(z)$ с элементами из GF(256). Каждый элемент в GF(256) определяется двоичным примитивным полиномом $x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$.

Хеммингово расстояние кода RS(255,239) составляет $d_{\min} = 17$. Этот код может исправлять до 8 ошибок символов в кодовом слове ПИО при его использовании для коррекции ошибок. При ПИО может быть обнаружено до 16 ошибок символов в кодовом слове ПИО при использовании ПИО только для возможности обнаружения ошибок.

Добавление I

Диапазон коэффициентов заполнения при асинхронных отображениях сигналов клиентов CBR2G5, CBR10G и CBR40G при допуске $\pm 20 \cdot 10^{-6}$ на скорость передачи битов в блоке OPUk и при асинхронном мультиплексировании блока ODUj в блок ODUk ($k > j$)

В подразделе 7.1 дается описание асинхронных и синхронных по битам отображений сигналов клиентов CBR2G5, CBR10G и CBR40G при допуске $\pm 20 \cdot 10^{-6}$ на скорость, соответственно, в блоки ODU1, 2 и 3. В разделе 19 дается описание асинхронного отображения (мультиплексирования) блока ODUj в блок ODUk ($k > j$). При асинхронных отображениях сигналов клиентов со скоростью CBR любая разность частот между тактовой частотой сигнала клиента и локальной тактовой частотой сервера блока OPUk компенсируется схемой согласования типа $+1/0/-1$. При асинхронном мультиплексировании блока ODUj в блок ODUk ($k > j$) любая разность частот между тактовой частотой блока ODUj клиента и локальной тактовой частотой сервера блока OPUk компенсируется схемой согласования типа $+2/+1/0/-1$. В подразделе 7.2 приводятся полезная нагрузка блока OPUk, скорости передачи битов и допуски для блоков ODUk и OTUk. Скорости передачи битов для блоков ODU1, ODU2 и ODU3 составляют 2 488 320 кбит/с, 9 953 280 кбит/с и 39 813 120 кбит/с, умноженные соответственно на 239/238, 239/237 и 239/236. Допуски на скорость передачи битов в блоке ODUk составляют $\pm 20 \cdot 10^{-6}$. В данном добавлении показано, что каждая схема согласования может адаптироваться к этим скоростям передачи битов и допускам для соответствующих отображений. Также для каждого отображения выводится диапазон коэффициента согласования (заполнения).

В отображении типа $+1/0/-1$, представленном в 17.1, предусмотрена одна возможность положительного согласования (PJO) и одна возможность отрицательного согласования (NJO) в каждом кадре блока ODUk. В отображении типа $+2/+1/0/-1$, представленном в разделе 19, предусмотрены две возможности PJO и одна возможность NJO в каждом кадре блока ODUk. В случае мультиплексирования блока ODU (то есть в последнем случае) блок ODUj, будучи отображаемым, будет получать только часть полного объема полезной нагрузки блока ODUk. В общем случае может быть несколько байтов фиксированного заполнения на каждый блок ODUj или на сигнал клиента CBR. Следует заметить, что в обоих случаях отображения в каждом кадре блока ODUk имеется одна возможность заполнения. При отображении сигнала клиента со скоростью CBR в блок ODUk для этого сигнала допустимо использование всех возможностей заполнения (поскольку только один такой сигнал клиента отображается в блок ODUk). Однако при отображении блока ODUj в блок ODUk ($k > j$) в блоке ODUj можно использовать только 1/4 или 1/16 возможностей заполнения (первое значение для отображения ODU1 в ODU2 или ODU2 в ODU3; второе значение – для отображения ODU1 в ODU3). Другие возможности заполнения необходимы для других сигналов клиентов, мультиплексируемых в блок ODUk.

Традиционно коэффициент согласования (коэффициент заполнения) для схем чисто положительного согласования определяется как конечная средняя часть возможностей согласования, для которой выполняется согласование (то есть при очень большом числе кадров отношение числа согласований к общему числу возможностей согласования). В схеме типа $+1/0/-1$ необходимо различать положительные и отрицательные согласования. Это осуществляется путем использования разных алгебраических знаков для положительных и отрицательных согласований. При таком условии коэффициент согласования может меняться самое большее (при достаточно больших сдвигах частоты) от -1 до $+1$ (в противоположность схеме чисто положительного согласования, где коэффициент согласования может меняться самое большее от 0 до 1). В случае мультиплексирования блока ODUk коэффициент согласования определяется относительно возможностей заполнения, доступных для рассматриваемого сигнала клиента. Тогда коэффициент согласования может меняться (при достаточно больших сдвигах частоты) от -1 до $+2$. (Если коэффициент согласования был определен относительно всех возможностей заполнения для всех сигналов клиентов, тогда при мультиплексировании ODU1 в ODU2 и ODU2 в ODU3 диапазон составит от $-1/4$ до $+1/2$, а при мультиплексировании ODU1 в ODU3 диапазон составит от $-1/16$ до $+1/8$.)

Пусть α представляет коэффициент согласования ($-1 \leq \alpha \leq 1$ при отображении сигнала клиента со скоростью CBR в блок ODUk; $-1 \leq \alpha \leq 2$ при отображении ODUj в ODUk ($k > j$)), и используем дальнейшее допущение, состоящее в том, что положительное значение α будет соответствовать отрицательному согласованию, а отрицательное значение α – положительному согласованию (причина для такого допущения объясняется ниже).

Введем следующие обозначения (индекс j относится к возможному отображаемому сигналу клиента блока ODU $_j$, а индекс k относится к уровню сервера блока ODU $_k$, в который отображается сигнал клиента со скоростью CBR или блок ODU $_j$):

- N = число байтов фиксированного заполнения в области полезной нагрузки блока OPU $_k$, связанной с рассматриваемым клиентом (следует заметить, что это не суммарное число байтов фиксированного заполнения, если мультиплексируются сигналы многих клиентов);
- S = номинальная скорость передачи сигналов STM-N или сигналов со скоростью клиента ODU $_j$ (байты/с);
- T = номинальный(ые) кадровый(ые) период(ды) блока ODU $_k$;
- y_c = сдвиг частоты сигнала клиента (часть);
- y_s = сдвиг частоты сигнала сервера (часть);
- p = часть области полезной нагрузки блока OPU $_k$, доступной данному клиенту;
- N_f = среднее число байтов сигнала клиента, отображаемых в кадр блока ODU $_k$, для конкретных сдвигов частот (усредненное по большому числу кадров).

Тогда N_f задается равенством:

$$N_f = ST \frac{1 + y_c}{1 + y_s}. \quad (I-1)$$

При сдвигах частот, малых по сравнению с 1, приближенно N_f может быть выражено равенством:

$$N_f = ST(1 + y_c - y_s) \equiv ST\beta. \quad (I-2)$$

Величина $\beta - 1$ является результирующим сдвигом частоты, обусловленным сдвигом частоты сигналов клиента и сервера.

Теперь среднее число байтов сигнала клиента, отображаемых в кадр ODU $_k$, также равно общему числу байтов в области полезной нагрузки, доступной данному клиенту (что составляет $(4)(3808)p = 15232p$), минус число байтов фиксированного заполнения для данного клиента (N) плюс среднее число байтов заполнения для данного клиента, полученное усреднением по очень большому числу кадров. Последняя величина равна коэффициенту согласования α , умноженному на часть кадров p , соответствующую возможностям согласования для данного клиента. Вместе с уравнением I-1 это дает:

$$ST\beta = \alpha p + 15232p - N. \quad (I-3)$$

Положительное значение α в уравнении I-3 соответствует в среднем большему числу байтов сигнала клиента, отображаемых в блок ODU $_k$. Как показано выше, это соответствует отрицательному согласованию. Условие со знаками используется так, чтобы значение α входило в уравнение I-3 с положительным знаком (в целях удобства).

Уравнение I-3 является основным результатом. Для отображения модуля STM-N (сигналы клиента со скоростью CBR) в блок ODU $_k$ величина p приравнивается к единице.

Теперь может быть определен диапазон коэффициента заполнения для отображения модуля STM-N или сигналов клиентов блока ODU $_j$ в блок ODU $_k$ путем использования уравнения I-3. В дальнейшем изложении обозначим через $R16$ скорость передачи сигналов STM-N, то есть 2,48832 Гбит/с = $3,1104 \times 10^8$ байт/с.

Асинхронное отображение CBR2G5 (2 488 320 кбит/с) в блок ODU1

Номинальная скорость передачи сигнала клиента $S = R_{16}$. Номинальная скорость передачи сигнала блока ODU1 равна $(239/238)S$ (см. подраздел 7.3). Однако номинальная скорость передачи сигнала блока ODU1 также равна $(4)(3824)/T$. Тогда:

$$ST = (4)(3824) \frac{238}{239} = 15232. \quad (I-4)$$

Подставляя это значение в уравнение I-3 и используя тот факт, что $N = 0$ (нет байтов фиксированного заполнения) для данного отображения, получим:

$$\alpha = 15232(\beta - 1). \quad (I-5)$$

Поскольку допуски на частоту для блока ODUk и сигнала клиента составляют каждый $\pm 20 \cdot 10^{-6}$, то значение β меняется от 0,99996 до 1,00004. Тогда, подставляя эти значения в равенство I-5, получим диапазон для α :

$$-0,60928 \leq \alpha \leq +0,60928. \quad (I-6)$$

Асинхронное отображение CBR10G (9 953 280 кбит/с) в блок ODU2

Номинальная скорость передачи сигнала клиента $S = 4R_{16}$. Номинальная скорость передачи сигнала блока ODU2 равна $(239/237)S$ (см. подраздел 7.3). В то же время номинальная скорость передачи сигнала блока ODU2 также равна $(4)(3824)/T$. Тогда:

$$ST = (4)(3824) \frac{237}{239} = 15168. \quad (I-7)$$

Подставляя это значение в уравнение I-3 и используя тот факт, что $N = 64$ (число байтов фиксированного заполнения) для данного отображения, получим:

$$\alpha = 15168\beta + 64 - 15232 = 15168(\beta - 1). \quad (I-8)$$

Как и ранее, допуски на частоту для блока ODUk и сигнала клиента составляют $\pm 20 \cdot 10^{-6}$, а значение β меняется от 0,99996 до 1,00004. Подставляя эти значения в уравнение I-8, получим диапазон для α :

$$-0,60672 \leq \alpha \leq +0,60672. \quad (I-9)$$

Асинхронное отображение CBR40G (39 813 120 кбит/с) в блок ODU3

Номинальная скорость передачи сигнала клиента $S = 16R_{16}$. Номинальная скорость передачи сигнала блока ODU3 равна $(239/236)S$ (см. подраздел 7.3). В то же время номинальная скорость передачи сигнала блока ODU3 также равна $(4)(3824)/T$. Тогда:

$$ST = (4)(3824) \frac{236}{239} = 15104. \quad (I-10)$$

Подставляя это значение в уравнение I-3 и используя тот факт, что $N = 128$ (число байтов фиксированного заполнения) для данного отображения, получаем:

$$\alpha = 15104\beta + 128 - 15232 = 15104(\beta - 1). \quad (I-11)$$

Как и ранее, допуски на частоту для блока ODUk и сигнала клиента составляют $\pm 20 \cdot 10^{-6}$, а значение β меняется от 0,99996 до 1,00004. Подставляя эти значения в уравнение I-11, получим диапазон для α :

$$-0,60416 \leq \alpha \leq +0,60416. \quad (I-12)$$

Мультиплексирование ODU1 в ODU2

Номинальная скорость передачи сигнала клиента для блока ODU1 составляет (см. подраздел 7.3):

$$S = \frac{239}{238} R_{16}. \quad (I-13)$$

Номинальное кадровое время для блока ODU2 составляет:

$$T = \frac{(3824)(4)}{\frac{239}{237}(4R_{16})}. \quad (I-14)$$

Доля p равна 0,25. Подставив это значение в уравнение I-3, получим:

$$\frac{239}{238} R_{16} \frac{(3824)(4)}{\frac{239}{237}(4R_{16})} \beta = \frac{\alpha}{4} + 3808 - N. \quad (I-15)$$

В результате упрощений получим для α выражение:

$$\alpha = \frac{237}{238}(15296)\beta + 4N - 15232. \quad (\text{I-16})$$

Теперь пусть $\beta = 1 + y$, где y – это результирующий сдвиг частоты (и очень близкий к значению $y_c - y_s$ для сдвига частоты сигналов сервера и клиента, малого по сравнению с единицей). Тогда:

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{237}{238}(15296) - 15232 + 4N + \frac{237}{238}(15296)y \\ &= 4N - 0,2689076 + 15231,731092y. \end{aligned} \quad (\text{I-17})$$

Согласно подразделу 19.5.1, число байтов фиксированного заполнения N равно нулю. Согласно подразделу 7.3, сдвиги частот сигналов клиента и устройства отображения находятся в диапазоне $\pm 20 \cdot 10^{-6}$. Тогда результирующий сдвиг частоты y находится в диапазоне $\pm 40 \cdot 10^{-6}$. Введя эти значения в уравнение I-17, получим следующие диапазоны для α :

$$\begin{aligned} \alpha &= 0,340362 && \text{при } y = +40 \cdot 10^{-6}, \\ \alpha &= -0,268908 && \text{при } y = 0 \cdot 10^{-6}, \\ \alpha &= -0,878177 && \text{при } y = -40 \cdot 10^{-6}. \end{aligned} \quad (\text{I-18})$$

Кроме того, для сдвигов частот, равных $-47,998 \cdot 10^{-6}$ и $148,96 \cdot 10^{-6}$, соответственно, получаются коэффициенты заполнения, равные -1 и $+2$. Диапазон для сдвига частоты, который может быть принят, составляет приблизительно $197 \cdot 10^{-6}$. Это на 50% больше, чем диапазон, который может быть принят для схемы согласования типа $+1/0/-1$ (см. выше) и который обусловлен дополнительным байтом положительного заполнения.

Мультиплексирование ODU2 в ODU3

Номинальная скорость передачи сигнала клиента для блока ODU2 составляет (см. подраздел 7.3):

$$S = \frac{239}{237}(4R_{16}). \quad (\text{I-19})$$

Номинальное кадровое время для ODU3 составляет:

$$T = \frac{(3824)(4)}{\frac{239}{236}(16R_{16})}. \quad (\text{I-20})$$

Доля p равна 0,25. Подставив это значение в уравнение I-3, получим:

$$\frac{239}{237}4R_{16} \frac{(3824)(4)}{\frac{239}{236}(16R_{16})} \beta = \frac{\alpha}{4} + 3808 - N. \quad (\text{I-21})$$

В результате упрощений получим для α выражение:

$$\alpha = \frac{236}{237}(15296)\beta + 4N - 15232. \quad (\text{I-22})$$

Как и ранее, пусть $\beta = 1 + y$, где y – это результирующий сдвиг частоты (и очень близкий к значению $y_c - y_s$ для сдвига частоты сигналов сервера и клиента, малого по сравнению с 1). Тогда:

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{236}{237}(15296) - 15232 + 4N + \frac{236}{237}(15296)y \\ &= 4N - 0,5400844 + 15231,459916y. \end{aligned} \quad (\text{I-23})$$

Согласно 19.5.3, число байтов фиксированного заполнения N равно нулю. Согласно подразделу 7.3, сдвиги частот сигналов клиента и устройства отображения находятся в диапазоне $\pm 20 \cdot 10^{-6}$. Тогда результирующий сдвиг частоты y находится в диапазоне $\pm 40 \cdot 10^{-6}$. Введя эти значения в уравнение I-23, получим следующие диапазоны для α :

$$\begin{aligned}
\alpha &= 0,0691740 && \text{при } y = +40 \cdot 10^{-6}, \\
\alpha &= -0,5400844 && \text{при } y = 0 \cdot 10^{-6}, \\
\alpha &= -1,149343 && \text{при } y = -40 \cdot 10^{-6}.
\end{aligned}
\tag{I-24}$$

Кроме того, для сдвигов частот, равных $-30,195 \cdot 10^{-6}$ и $166,77 \cdot 10^{-6}$, соответственно, получаются коэффициенты заполнения, равные -1 и $+2$. Как и выше, диапазон для сдвига частоты, который может быть принят, составляет приблизительно $197 \cdot 10^{-6}$, что на 50% больше, чем диапазон, который может быть принят для схемы согласования типа $+1/0/-1$ (см. выше) и который обусловлен дополнительным байтом положительного заполнения.

Мультиплексирование блока ODU1 в блок ODU3

Номинальная скорость передачи сигнала клиента для блока ODU1 составляет (см. подраздел 7.3):

$$S = \frac{239}{238} (R_{16}). \tag{I-25}$$

Номинальное кадровое время для блока ODU3 составляет:

$$T = \frac{(3824)(4)}{\frac{239}{236} (16R_{16})}. \tag{I-26}$$

Доля p равна 0,0625. Подставив это значение в уравнение I-3, получим:

$$\frac{239}{238} R_{16} \frac{(3824)(4)}{\frac{239}{236} (16R_{16})} \beta = \frac{\alpha}{16} + 952 - N. \tag{I-27}$$

В результате упрощений получим для α выражение:

$$\alpha = \frac{236}{238} (15296) \beta + 16N - 15232. \tag{I-28}$$

Как и ранее, пусть $\beta = 1 + y$, где y – это результирующий сдвиг частоты (и очень близкий к значению $y_c - y_s$ для сдвига частоты сигналов сервера и клиента, малого по сравнению с 1). Тогда:

$$\begin{aligned}
\alpha &= \frac{236}{238} (15296) - 15232 + 16N + \frac{236}{238} (15296) y \\
&= 16N - 64,5378151 + 15167,462185 y.
\end{aligned}
\tag{I-29}$$

Согласно подразделу 19.5.2, суммарное число байтов фиксированного заполнения в полезной нагрузке блока ODU3 составляет 64; поэтому число N для одного сигнала клиента блока ODU1 равно 4. Согласно подразделу 7.3, сдвиги частот сигнала клиента и устройства отображения находятся в диапазоне $\pm 20 \cdot 10^{-6}$. Тогда результирующий сдвиг частоты y находится в диапазоне $\pm 40 \cdot 10^{-6}$. Введя эти значения в уравнение I-29, получим следующие диапазоны для α :

$$\begin{aligned}
\alpha &= 0,0688834 && \text{при } y = +40 \cdot 10^{-6}, \\
\alpha &= -0,5378151 && \text{при } y = 0 \cdot 10^{-6}, \\
\alpha &= -1,144514 && \text{при } y = -40 \cdot 10^{-6}.
\end{aligned}
\tag{I-30}$$

Кроме того, для сдвигов частот, равных $-30,472 \cdot 10^{-6}$ и $167,32 \cdot 10^{-6}$, соответственно, получаются коэффициенты заполнения, равные -1 и $+2$. Как и выше, диапазон для сдвига частоты, который может быть принят, составляет приблизительно $197 \cdot 10^{-6}$, что на 50% больше, чем диапазон, который может быть принят для схемы согласования типа $+1/0/-1$ (см. выше) и который обусловлен дополнительным битом положительного заполнения.

Добавление II

Примеры функционально стандартизированных кадровых структур блока OTU

В данном добавлении приводятся примеры функционально стандартизированных кадровых структур блока OTU. Эти примеры служат иллюстративным целям и никак не влияют на определение таких структур. На рисунке II.1 представлена полностью стандартизированная кадровая структура блока OTUk, которая определена в настоящей Рекомендации. Функционально стандартизированные кадровые структуры блока OTUkV будут необходимы для обеспечения, например, альтернативного ПИО. Примерами кадровых структур блока OTUkV служат:

- блок OTUkV с тем же присвоением байтов служебной нагрузки, что и в блоке OTUk, кроме использования альтернативного ПИО, как показано на рисунке II.2;
- блок OTUkV с тем же присвоением байтов служебной нагрузки, что и в блоке OTUk, кроме использования меньшего альтернативного кода ПИО и оставшейся части области служебной нагрузки ПИО блока OTUkV с фиксированным заполнением, как показано на рисунке II.3;
- блок OTUkV с присвоением байтов большей служебной нагрузки ПИО, чем в блоке OTUk и при использовании альтернативного ПИО, как показано на рисунке II.4;
- блок OTUkV без присвоения байтов служебной нагрузки для ПИО, как показано на рисунке II.5;
- блок OTUkV с кадровой структурой, отличной от кадровой структуры блока OTUk и обеспечивающей другую служебную нагрузку блока OTU (служебная нагрузка OTUkV и ПИО блока OTUkV), как показано на рисунке II.6;
- блок OTUkV с кадровой структурой, отличной от кадровой структуры блока OTUk и обеспечивающей другую служебную нагрузку блока OTU (служебная нагрузка OTUkV) и без присвоения байтов служебной нагрузки для ПИО, как показано на рисунке II.7.

		Столбец №													
		1	....	14	15	16	17	3824	3825	....	4080				
Строка №	1	FA OH	OTUk OH										Строка 1, избыточность ПИО с RS(255,239)		
	2											Строка 2, избыточность ПИО с RS(255,239)			
	3	Полезная нагрузка OTUk = ODUk										Строка 3, избыточность ПИО с RS(255,239)			
	4											Строка 4, избыточность ПИО с RS(255,239)			

Рисунок II.1/G.709/Y.1331 – Блок OTUk (с кодом ПИО при RS(255,239))

		Столбец №																					
		1	....	14	15	16	17	3824	3825	....	4080												
Строка №	1	FA OH	OTUkV OH																				
	2																OTUkV ПИО						
	3	Полезная нагрузка OTUkV = ODUk																					
	4																						

Рисунок II.2/G.709/Y.1331 – Блок OTUkV с альтернативным ПИО

		Столбец №																																							
		1		14	15	16	17		3824	3825		4080																													
Строка №	1	FA OH	OTUkV OH	Полезная нагрузка OTUkV = ODUk																																		OTUkV ПИО		Фиксированное заполнение (все нули)	
	2																																								
	3																																								
	4																																								

Рисунок П.3/G.709/Y.1331 – Блок OTUkV с меньшим кодом ПИО
и оставшаяся область ПИО с фиксированным заполнением

		Столбец №																					
		1	....	14	15	16	17	....	3824	3825	....						x						
Строка №	1	FA OH	OTUkV OH															ОТУkV ПИО					
	2																						
	3	Полезная нагрузка																					
	4	OTUkV = ODUk																					

Рисунок П.4/G.709/Y.1331 – Блок OTUkV с большим кодом ПИО

		Столбец №																											
		1	....	14	15	16	17	....							3824														
Строка №	1	FA OH	OTUkV OH													Полезная нагрузка OTUkV = ODUk													
	2																												
	3																												
	4																												

Рисунок П.5/G.709/Y.1331 – Блок OTUkV без области ПИО

		Столбец №									
		1	....	X ₁	X ₁ + 1	....	X ₁ + X ₂	X ₁ + X ₂ + 1	....	X ₁ + X ₂ + X ₃	
Строка №	1	Служебная нагрузка OTUKV (Y × X ₁ байтов)			Полезная нагрузка OTUKV = ODUK				OTUKV ПИО (Y × X ₃ байтов)		
	Y										

Рисунок П.6/G.709/Y.1331 – Блок OTUkV с другой кадровой структурой

		Столбец №									
		1	....	X ₁	X ₁ + 1	....				X ₁ + X ₂	
Строка №	1	Служебная нагрузка OTUkV (Y × X ₁ байтов)			Полезная нагрузка OTUkV = ODUk						
	Y										

Рисунок П.7/G.709/Y.1331 – Блок OTUkV с другой кадровой структурой
и без области ПИО

Отображение сигнала блока ODUk в сигнал блока OTUkV может быть либо синхронным по кадрам, либо асинхронным, либо синхронным по битам для случаев, представленных на рисунках II.1–II.5. Для случаев, представленных на рисунках II.6 и II.7, отображение сигнала блока ODUk может быть либо асинхронным, либо синхронным по битам.

Для случая асинхронного отображения скорости передачи битов блоков ODUk и OTUkV могут быть асинхронными. Сигнал блока ODUk отображается в область полезной нагрузки блока OTUkV в виде битового потока при использовании методов заполнения.

Для случая синхронного по битам отображения скорости передачи битов блоков ODUk и OTUkV носят синхронный характер. Сигнал блока ODUk отображается в область полезной нагрузки блока OTUkV без заполнения. Кадр блока ODUk не связан с кадром блока OTUkV.

Для случая синхронного по кадрам отображения скорости передачи битов блоков ODUk и OTUkV носят синхронный характер, а кадровые структуры выровнены. Сигнал блока ODUk отображается в область полезной нагрузки блока OTUkV без заполнения и с фиксированной позицией кадра блока ODUk в кадре блока OTUkV (см. рисунок II.8.)

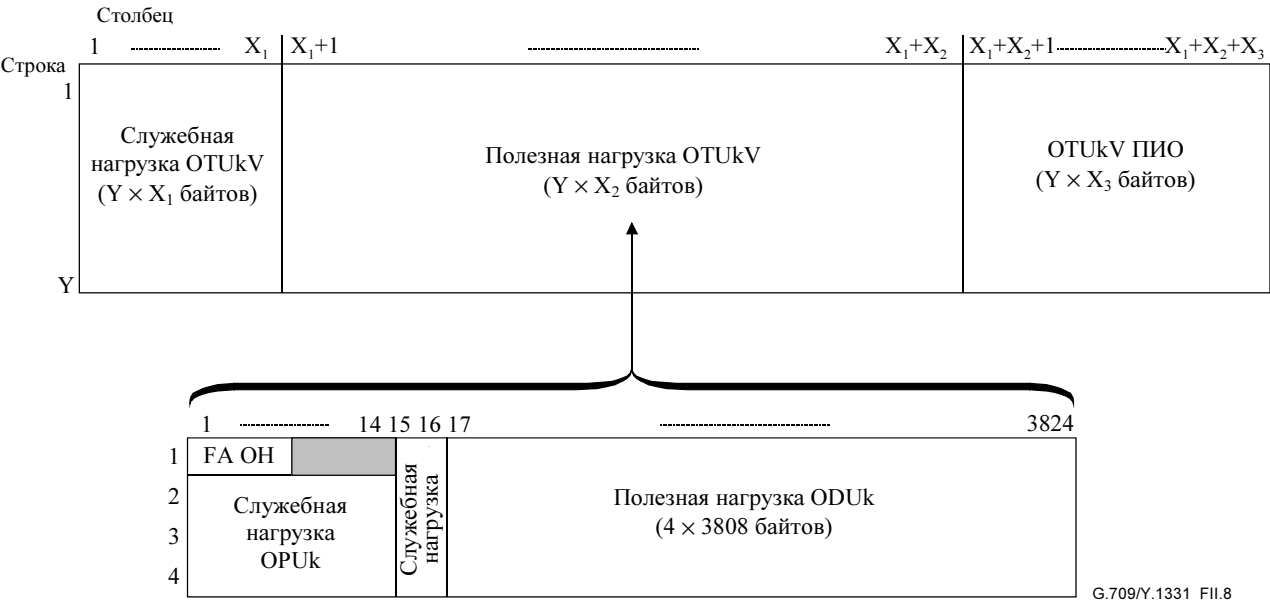


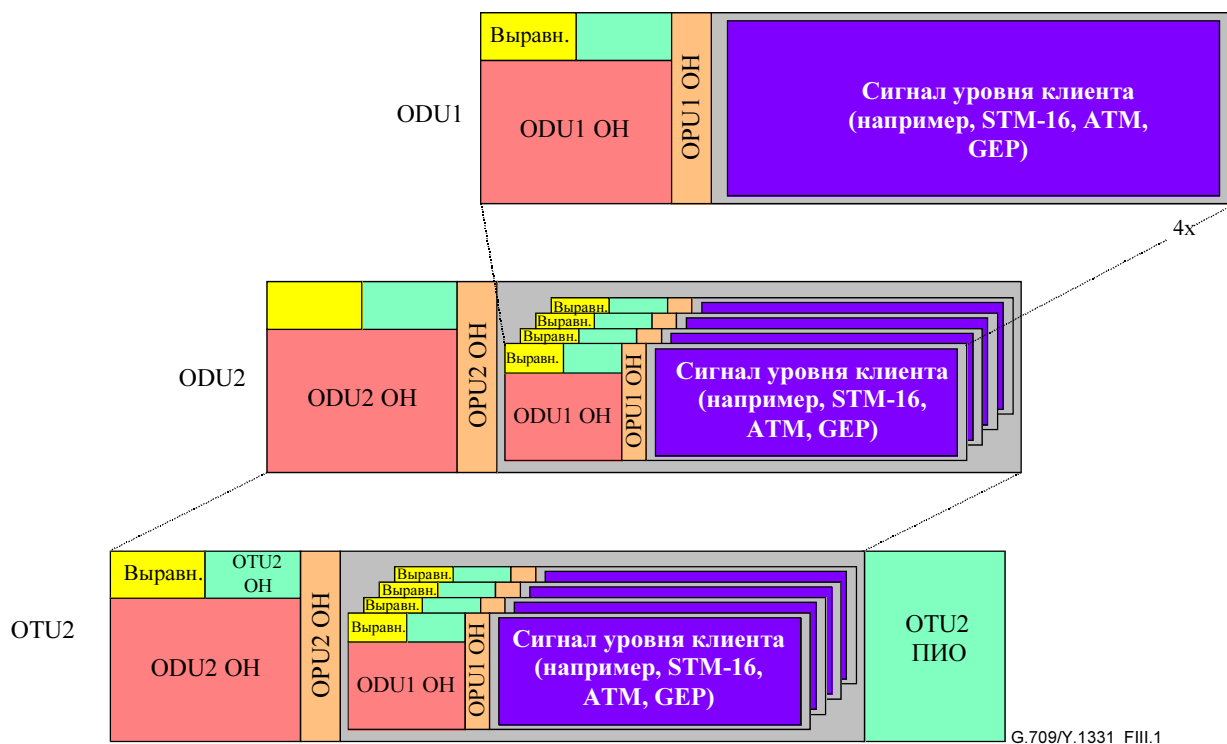
Рисунок II.8/G.709/Y.1331 – Асинхронное (или синхронное по битам) отображение блока ODUk в блок OTUkV

Добавление III

Пример мультиплексирования блока ODUk

На рисунке III.1 показано мультиплексирование четырех сигналов блока ODU1 в блок ODU2. Сигналы блока ODU1, включая служебную нагрузку кадрового выравнивания и нулевую кодовую комбинацию в местоположениях служебной нагрузки блока OTUk, адаптируются к тактовой частоте сигнала блока ODU2 через согласование (асинхронное отображение). Эти адаптированные сигналы блока ODU1 вводятся в область полезной нагрузки блока OPU2 при чередовании байтов, а их сигналы управления согласованием и возможности согласования (JC, NJO) вводятся в область служебной нагрузки блока OPU2 при чередовании кадров.

Добавляется служебная нагрузка блока ODU2, после чего блок ODU2 отображается в блок OTU2 [или OTU2V]. Чтоб сформировать сигнал для транспортировки через сигнал модуля OTM, добавляются служебная нагрузка блока OTU2 [или OTU2V] и служебная нагрузка кадрового выравнивания.



ПРИМЕЧАНИЕ. – Блок ODU1 перемещается в $\frac{1}{4}$ области полезной нагрузки блока ODU2. Кадр блока ODU1 может пересекать множество границ кадров блока ODU2. Для передачи полного кадра блока ODU1 (15296 байтов) требуется полоса пропускания в $(15296/3808=) 4,017$ кадров блока ODU2. На рисунке это не отображено.

Рисунок III.1/G.709/Y.1331 – Пример мультиплексирования 4 сигналов блока ODU1 в блок ODU2 (наглядное представление)

Добавление IV

Пример фиксированного заполнения в блоке OPuk с мультиплексированием сигналов блока ODuk низшего порядка

Когда блок OPU3 транспортирует 16 сигналов блока ODU1, столбцы с 1905 по 1920 блока OPU3 содержат фиксированное заполнение, по одному столбцу фиксированного заполнения на каждый из сигналов блока ODU1.

[illegible]

Рисунок IV.1/G.709/Y.1331 – Месторасположение фиксированного заполнения при отображении 16 сигналов блока ODU1 в блок OPU3

Добавление V

Диапазоны коэффициентов заполнения при асинхронном мультиплексировании блоков ODU_j в блоки ODU_k (k > j)

В Добавлении I установлены взаимоотношения между скоростью передачи сигналов клиента, кадровым временем сервера, величиной фиксированного заполнения и коэффициентом заполнения для асинхронного отображения сигналов клиента со скоростью CBR (модуль STM-N) в блок ODU_k. В данном Добавлении обобщается результат уравнения I-3 применительно также к асинхронному мультиплексированию блоков ODU_j в блоки ODU_k ($k > j$). Более общий результат используется для оценки диапазона коэффициента заполнения при мультиплексировании ODU₁ в ODU₂, ODU₁ в ODU₃ и ODU₂ в ODU₃ в предположении, что все сигналы тактовой частоты блоков ODU имеют допуск по частоте в $\pm 20 \cdot 10^{-6}$.

Асинхронное отображение сигнала клиента модуля STM-N в блок ODUk является асинхронным, где используется схема заполнения байтами типа +1/0/-1. Асинхронное отображение сигнала клиента блоков ODUj в блоки ODUk ($k > j$) является асинхронным, где используется схема заполнения байтами типа +2/+1/0/-1. При мультиплексировании отображаемый блок ODUj будет получать только часть полного объема полезной нагрузки блока ODUk. В общем случае на каждый блок ODUj или сигнал клиента модуля STM-N может приходиться несколько байтов фиксированного заполнения. Величина коэффициента согласования α является долговременной усредненной частью возможностей заполнения для рассматриваемого сигнала клиента, где фактически выполнено заполнение. Коэффициент согласования может принимать как положительные, так и отрицательные значения. В целях согласованности соблюдаются условия Добавления I относительно знаков, когда положительное значение α соответствует отрицательному заполнению, а отрицательное значение α соответствует положительному заполнению. В Добавлении I пояснялось, что это условие используется для того, чтобы значение α входило в основной результат с положительным знаком (уравнения I-3 и V-3). Следует отметить, что для каждого кадра блока ODUk имеется одна возможность заполнения. При отображении модуля STM-N в блок ODUk допускается, чтобы в сигнале клиента модуля STM-N использовались все возможности заполнения (поскольку только один сигнал модуля STM-N отображается в блок ODUk). Однако при отображении блоков ODUj в блоки ODUk ($k > j$) в блоке ODUj может использоваться только 1/4 или 1/16 возможностей заполнения (значение 1/4 относится к отображению ODU1 в ODU2 или ODU2 в ODU3; значение 1/16 относится к отображению ODU1 в ODU3). Остальные возможности заполнения необходимы для других сигналов клиентов, мультиплексируемых в блок ODUk. Коэффициент заполнения α определяется относительно возможностей заполнения, доступных для рассматриваемого клиента; поэтому во всех случаях мультиплексирования блока ODU диапазон для α составляет от -1 до +2.

Следуя положениям Добавления I, введем следующие обозначения (индекс j используется для ссылки на возможный отображаемый сигнал клиента блока ODU $_j$, а индекс k используется для ссылки на уровень сервера блока ODU $_k$, в который отображается блок ODU $_j$ или сигнал клиента модуля STM-N):

N = число байтов фиксированного заполнения в области полезной нагрузки блока OPU $_k$, связанной с рассматриваемым клиентом (следует заметить, что это не общее число байтов фиксированного заполнения, если мультиплексируются сигналы клиентов);

S = номинальная скорость передачи сигналов транспортного модуля STM-N или сигналов клиента блока ODU $_j$;

T = номинальный(ые) кадровый(ые) период(ды) блока ODU $_k$;

y_c = сдвиг частоты сигнала клиента (часть);

y_s = сдвиг частоты сигнала сервера (часть);

p = часть области полезной нагрузки блока OPU $_k$, доступной данному клиенту;

N_f = среднее число байтов сигнала клиента, отображаемых в кадр блока ODU $_k$ для отдельных сдвигов частот (усредненное по большому числу кадров).

Тогда N_f определяется равенством:

$$N_f = ST \frac{1 + y_c}{1 + y_s}. \quad (V-1)$$

Для сдвигов частот, малых по сравнению с 1, N_f может приближенно быть выражено равенством

$$N_f = ST(1 + y_c - y_s) \equiv ST\beta. \quad (V-2)$$

Величина $\beta - 1$ является результирующим сдвигом частоты, обусловленным сдвигом частоты сигналов клиента и сервера.

Теперь среднее число байтов сигнала клиента, отображаемых в кадре блока ODU $_k$, также равно общему числу байтов в области полезной нагрузки, доступной данному клиенту (что составляет $4 \times 3808 \times p = 15232p$), минус число байтов фиксированного заполнения для данного клиента (N), плюс среднее число байтов заполнения для данного клиента, полученное усреднением по очень большому числу кадров. Последняя величина равна коэффициенту согласования α , умноженному на часть кадров p , соответствующую возможностям согласования для данного клиента. Вместе с уравнением (V-1) это дает:

$$ST\beta = \alpha p + 15232p - N. \quad (V-3)$$

Положительное значение α в уравнении V-3 соответствует в среднем большему числу байтов сигнала клиента, отображаемых в блок ODU $_k$. Как показано выше, это соответствует отрицательному согласованию. Условие на знаки используется так, чтобы значение α входило в уравнение V-3 с положительным знаком (в целях удобства).

Уравнение V-3 является основным результатом и обобщением уравнения I-3. Для отображения модуля STM-N в блок ODU $_k$ величина p приравнивается единице, а уравнение V-3 сводится к уравнению I-3.

Теперь может быть определен диапазон коэффициента заполнения для отображения блока ODU $_j$ в блок ODU $_k$ путем использования уравнения V-3. Далее, пусть R_{16} будет скоростью передачи сигнала транспортного модуля STM-16, то есть 2,48832 Гбит/с.

Мультиплексирование блока ODU1 в блок ODU2

Номинальная скорость передачи сигнала клиента блока ODU1 составляет (см. подраздел 7.3):

$$S = \frac{239}{238} R_{16}. \quad (V-4)$$

Номинальное кадровое время для блока ODU2 составляет:

$$T = \frac{(3824)(4)}{\frac{239}{237}(4R_{16})}. \quad (V-5)$$

Доля p равна 0,25. Подставив это значение в уравнение V-3, получим:

$$\frac{239}{238}R_{16} \frac{(3824)(4)}{\frac{239}{237}(4R_{16})}\beta = \frac{\alpha}{4} + 3808 - N. \quad (V-6)$$

В результате упрощений для α получим выражение:

$$\alpha = \frac{237}{238}(15296)\beta + 4N - 15232. \quad (V-7)$$

Теперь пусть $\beta = 1 + y$, где y – результирующий сдвиг частоты (и очень близкий по значению к $y_c - y_s$ для сдвига частот сервера и сигнала клиента и малый в сравнении с 1). Тогда:

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{237}{238}(15296) - 15232 + 4N + \frac{237}{238}(15296)y \\ &= 4N - 0,2689076 + 15231,731092y. \end{aligned} \quad (V-8)$$

Согласно 19.5.1 число байтов фиксированного заполнения N равно нулю. Согласно подразделу 7.3 сдвиги частот сигнала клиента и сигнала устройства отображения лежат в диапазоне $\pm 20 \cdot 10^{-6}$. Тогда результирующий сдвиг частоты y лежит в диапазоне $\pm 40 \cdot 10^{-6}$. Введя эти значения в уравнение V-8, получим диапазон для α :

$$\begin{aligned} \alpha &= 0,340362 && \text{при } y = +40 \cdot 10^{-6}, \\ \alpha &= -0,268908 && \text{при } y = 0 \cdot 10^{-6}, \\ \alpha &= -0,878177 && \text{при } y = -40 \cdot 10^{-6}. \end{aligned} \quad (V-9)$$

Кроме того, для сдвигов частот в $-47,998 \cdot 10^{-6}$ и $148,96 \cdot 10^{-6}$ получены, соответственно, коэффициенты заполнения -1 и $+2$. Диапазон сдвига частоты, который может быть принят, составляет приблизительно $197 \cdot 10^{-6}$. Это на 50% больше, чем диапазон, который может быть адаптирован схемой согласования типа $+1/0/-1$ (см. Добавление I), что обусловлено дополнительным байтом положительного заполнения.

Мультиплексирование блока ODU2 в блок ODU3

Номинальная скорость передачи сигнала клиента блока ODU2 составляет (см. подраздел 7.3):

$$S = \frac{239}{237}(4R_{16}). \quad (V-10)$$

Номинальное кадровое время для блока ODU3 составляет:

$$T = \frac{(3824)(4)}{\frac{239}{236}(16R_{16})}. \quad (V-11)$$

Доля $p = 0,25$. Подставив это значение в уравнение V-3, получим:

$$\frac{239}{237}4R_{16} \frac{(3824)(4)}{\frac{239}{236}(16R_{16})}\beta = \frac{\alpha}{4} + 3808 - N. \quad (V-12)$$

В результате упрощения для α получим выражение:

$$\alpha = \frac{236}{237}(15296)\beta + 4N - 15232. \quad (V-13)$$

Как и ранее, пусть $\beta = 1 + y$, где y – результирующий сдвиг частоты (и очень близкий по значению к $y_c - y_s$ для сдвига частот сервера и сигнала клиента и малый в сравнении с 1). Тогда:

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{236}{237}(15296) - 15232 + 4N + \frac{236}{237}(15296)y \\ &= 4N - 0,5400844 + 15231,459916y. \end{aligned} \quad (V-14)$$

Согласно 19.5.3 число байтов фиксированного заполнения N равно нулю. Как показано в подразделе 7.3, сдвиги частот сигнала клиента и устройства отображения лежат в диапазоне $\pm 20 \cdot 10^{-6}$. Тогда результирующий сдвиг частоты y лежит в диапазоне $\pm 40 \cdot 10^{-6}$. Введя эти значения в уравнение V-14, получим диапазон для α :

$$\begin{aligned} \alpha &= 0,0691740 && \text{при } y = +40 \cdot 10^{-6}, \\ \alpha &= -0,5400844 && \text{при } y = 0 \cdot 10^{-6}, \\ \alpha &= -1,149343 && \text{при } y = -40 \cdot 10^{-6}. \end{aligned} \quad (V-15)$$

Кроме того, для сдвигов частот в $-30,195 \cdot 10^{-6}$ и $166,77 \cdot 10^{-6}$ получены, соответственно, коэффициенты заполнения -1 и $+2$. Как и выше, диапазон сдвига частоты, который может быть принят, составляет приблизительно $197 \cdot 10^{-6}$, что на 50% больше, чем диапазон, который может быть адаптирован схемой согласования типа $+1/0/-1$ (см. Добавление I), что обусловлено дополнительным байтом положительного заполнения.

Мультиплексирование блока ODU1 в блок ODU3

Номинальная скорость передачи сигнала клиента блока ODU1 составляет (см. подраздел 7.3):

$$S = \frac{239}{238}(R_{16}). \quad (V-16)$$

Номинальное кадровое время блока ODU3 составляет:

$$T = \frac{(3824)(4)}{\frac{239}{236}(16R_{16})}. \quad (V-17)$$

Доля $p = 0,0625$. Подставив это значение в уравнение V-3, получим:

$$\frac{239}{238}R_{16} \frac{(3824)(4)}{\frac{239}{236}(16R_{16})}\beta = \frac{\alpha}{16} + 952 - N. \quad (V-18)$$

В результате упрощения получим для α выражение:

$$\alpha = \frac{236}{238}(15296)\beta + 16N - 15232. \quad (V-19)$$

Как и ранее, пусть $\beta = 1 + y$, где y – результирующий сдвиг частоты (и очень близкий к значению $y_c - y_s$ для сдвига частот сигнала клиента и сервера и малый в сравнении с 1). Тогда:

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{236}{238}(15296) - 15232 + 16N + \frac{236}{238}(15296)y \\ &= 16N - 64,5378151 + 15167,4612185y. \end{aligned} \quad (V-20)$$

Согласно 19.5.2 общее число байтов фиксированного заполнения в полезной нагрузке блока ODU3 составляет 64; поэтому число байтов фиксированного заполнения для одного клиента блока ODU1 N равно 4. Сдвиги частот сигнала клиента и устройства отображения находятся, согласно подразделу 7.3, в диапазоне $\pm 20 \cdot 10^{-6}$. Тогда результирующий сдвиг частоты y находится в диапазоне $\pm 40 \cdot 10^{-6}$. Введя эти значения в уравнение V-20, получим диапазон для α :

$$\begin{aligned} \alpha &= 0,0688834 && \text{при } y = +40 \cdot 10^{-6}, \\ \alpha &= -0,5378151 && \text{при } y = 0 \cdot 10^{-6}, \\ \alpha &= -1,144514 && \text{при } y = -40 \cdot 10^{-6}. \end{aligned} \quad (\text{V-21})$$

Кроме того, при сдвигах частот в $-30,472 \cdot 10^{-6}$ и $167,32 \cdot 10^{-6}$, коэффициенты заполнения составляют -1 и $+2$, соответственно. Как и выше, диапазон сдвига частоты, который может быть принят, составляет приблизительно $197 \cdot 10^{-6}$, что на 50% больше диапазона, который может быть адаптирован схемой согласования типа $+1/0/-1$ (см. Добавление I), что обусловлено дополнительным байтом положительного заполнения.

РЕКОМЕНДАЦИИ МСЭ-Т СЕРИИ Y

**ГЛОБАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА, АСПЕКТЫ
МЕЖСЕТЕВОГО ПРОТОКОЛА (IP) И СЕТИ СЛЕДУЮЩИХ ПОКОЛЕНИЙ**

ГЛОБАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА	
Общие положения	Y.100–Y.199
Услуги, приложения и промежуточные программные средства	Y.200–Y.299
Сетевые аспекты	Y.300–Y.399
Интерфейсы и протоколы	Y.400–Y.499
Нумерация, адресация и присваивание имен	Y.500–Y.599
Эксплуатация, управление и техническое обслуживание	Y.600–Y.699
Безопасность	Y.700–Y.799
Рабочие характеристики	Y.800–Y.899
АСПЕКТЫ МЕЖСЕТЕВОГО ПРОТОКОЛА	
Общие положения	Y.1000–Y.1099
Услуги и приложения	Y.1100–Y.1199
Архитектура, доступ, сетевые возможности и управление ресурсом	Y.1200–Y.1299
Транспортирование	Y.1300–Y.1399
Взаимодействие	Y.1400–Y.1499
Качество обслуживания и сетевые рабочие характеристики	Y.1500–Y.1599
Сигнализация	Y.1600–Y.1699
Эксплуатация, управление и техническое обслуживание	Y.1700–Y.1799
Начисление платы	Y.1800–Y.1899
СЕТИ СЛЕДУЮЩИХ ПОКОЛЕНИЙ	
Структура и функциональные модели архитектуры	Y.2000–Y.2099
Качество обслуживания и рабочие характеристики	Y.2100–Y.2199
Аспекты служб: Возможности служб и архитектура служб	Y.2200–Y.2249
Аспекты служб: Взаимодействие служб и сетей в NGN	Y.2250–Y.2299
Нумерация, присваивание имен и адресация	Y.2300–Y.2399
Управление сетью	Y.2400–Y.2499
Архитектура и протоколы сетевого управления	Y.2500–Y.2599
Безопасность	Y.2700–Y.2799
Обобщенная мобильность	Y.2800–Y.2899

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

СЕРИИ РЕКОМЕНДАЦИЙ МСЭ-Т

Серия А	Организация работы МСЭ-Т
Серия В	Средства выражения: определения, символы, классификация
Серия С	Общая статистика электросвязи
Серия D	Общие принципы тарификации
Серия E	Общая эксплуатация сети, телефонная служба, функционирование служб и человеческие факторы
Серия F	Нетелефонные службы электросвязи
Серия G	Системы и среда передачи, цифровые системы и сети
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	Конструкция, прокладка и защита кабелей и других элементов линейно-кабельных сооружений
Серия M	TMN и техническое обслуживание сетей: международные системы передачи, телефонные, телеграфные, факсимильные и арендованные каналы
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
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 и взаимосвязь открытых систем
Серия Y	Глобальная информационная инфраструктура и аспекты межсетевого протокола (IP)
Серия Z	Языки и общие аспекты программного обеспечения для систем электросвязи