

Международный союз электросвязи

МСЭ-Т

СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ МСЭ

G.872

(10/2012)

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

Цифровые сети – Оптические транспортные сети

Архитектура оптических транспортных сетей

Рекомендация МСЭ-Т G.872

ITU-T

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

МЕЖДУНАРОДНЫЕ ТЕЛЕФОННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ И ЦЕПИ	G.100–G.199
ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ОБЩИЕ ДЛЯ ВСЕХ АНАЛОГОВЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ	G.200–G.299
ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕЖДУНАРОДНЫХ ВЧ-СИСТЕМ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ ПО МЕТАЛЛИЧЕСКИМ ЛИНИЯМ	G.300–G.399
ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕЖДУНАРОДНЫХ СИСТЕМ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ НА ОСНОВЕ РАДИОРЕЛЕЙНЫХ ИЛИ СПУТНИКОВЫХ ЛИНИЙ И ИХ СОЕДИНЕНИЕ С МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ ПРОВОДНЫМИ ЛИНИЯМИ	G.400–G.449
КООРДИНАЦИЯ РАДИОТЕЛЕФОНИИ И ПРОВОДНОЙ ТЕЛЕФОНИИ	G.450–G.499
ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДЫ ПЕРЕДАЧИ И ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ	G.600–G.699
ЦИФРОВОЕ ОКОНЕЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	G.700–G.799
ЦИФРОВЫЕ СЕТИ	G.800–G.899
Общие положения	G.800–G.809
Проектные нормы для цифровых сетей	G.810–G.819
Цели качества и готовности	G.820–G.829
Сетевые возможности и функции	G.830–G.839
Характеристики сетей СЦИ	G.840–G.849
Управление транспортной сетью	G.850–G.859
Интеграция радио- и спутниковых систем СЦИ	G.860–G.869
Оптические транспортные сети	G.870–G.879
ЦИФРОВЫЕ УЧАСТКИ И СИСТЕМА ЦИФРОВЫХ ЛИНИЙ	G.900–G.999
КАЧЕСТВО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ – ОБЩИЕ И СВЯЗАННЫЕ С ПОЛЬЗОВАТЕЛЕМ АСПЕКТЫ	G.1000–G.1999
ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДЫ ПЕРЕДАЧИ	G.6000–G.6999
ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ ПО ТРАНСПОРТНЫМ СЕТЯМ – ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	G.7000–G.7999
АСПЕКТЫ ПЕРЕДАЧИ ПАКЕТОВ ПО ТРАНСПОРТНЫМ СЕТЯМ	G.8000–G.8999
СЕТИ ДОСТУПА	G.9000–G.9999

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

Рекомендация МСЭ-Т G.872

Архитектура оптических транспортных сетей

Резюме

В настоящей Рекомендации приводится функциональная архитектура оптических транспортных сетей с использованием методики моделирования, описанной в Рекомендациях МСЭ-Т G.800 и МСЭ-Т G.805. Функциональные возможности оптической транспортной сети (ОТС) описываются с точки зрения сетевого уровня с учетом многоуровневой структуры оптической сети, характеристической информации клиента, взаимосвязей уровня клиент/сервер, топологии построения сети и функциональных возможностей уровневой сети, обеспечивающих оптическую передачу сигналов, мультиплексирование, маршрутизацию, контроль, оценку рабочих характеристик и живучесть сети. Оптический участок сети описывается применительно к объектам управления использованием спектра и объектам технического обслуживания.

Хронологическая справка

Издание	Рекомендация	Утверждение	Исследовательская комиссия	Уникальный идентификатор*
1.0	ITU-T G.872	26.02.1999 г.	13-я	11.1002/1000/4576
2.0	ITU-T G.872	29.11.2001 г.	15-я	11.1002/1000/5606
2.1	ITU-T G.872 (2001) Amd. 1	14.12.2003 г.	15-я	11.1002/1000/7064
2.2	ITU-T G.872 (2001) Cor. 1	13.01.2005 г.	15-я	11.1002/1000/7483
2.3	ITU-T G.872 (2001) Amd. 2	29.07.2010 г.	15-я	11.1002/1000/10880
3.0	ITU-T G.872	29.10.2012 г.	15-я	11.1002/1000/11786

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

ПРЕДИСЛОВИЕ

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

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

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

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

ПРИМЕЧАНИЕ

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

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

ПРАВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

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

На момент утверждения настоящей Рекомендации МСЭ не получил извещение об интеллектуальной собственности, защищенной патентами, которые могут потребоваться для выполнения настоящей Рекомендации. Однако те, кто будет применять Рекомендацию, должны иметь в виду, что вышесказанное может не отражать самую последнюю информацию, и поэтому им настоятельно рекомендуется обращаться к патентной базе данных БСЭ по адресу <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© ITU 2016

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

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 Сфера применения	1
2 Справочные документы	1
3 Термины и определения	2
3.1 Термины, определенные в других документах	2
3.2 Термины, определенные в настоящей Рекомендации	4
4 Сокращения и акронимы	4
5 Условные обозначения	5
6 Функциональная архитектура оптических транспортных сетей	6
7 Цифровые уровни ОТС	7
7.1 Уровневая сеть блока данных оптического канала (ODU)	10
7.2 Уровневая сеть транспортного блока оптического канала (OTU)	14
7.3 Связи клиент/сервер	15
8 Оптические единицы ОТС	17
8.1 Уровневая сеть оптического канала (OCh)	19
8.2 Участок оптического мультиплексирования (OMS)	21
8.3 Участок оптической передачи (OTS)	23
8.4 Единицы среды передачи	25
8.5 Отношения клиент/сервер	27
9 Топология ОТС	29
9.1 Однонаправленные и двунаправленные соединения	29
9.2 Каналы среды передачи для связи пункта со многими пунктами	29
10 Управление ОТС	30
10.1 Общие требования	30
10.2 Требования к управлению сетью ОТС	31
10.3 Методы контроля соединения	34
10.4 Приложения контроля соединений	34
11 Методы обеспечения живучести ОТС	35
11.1 Методы защиты	35
11.2 Восстановление сети	35
12 Подразделение ОТС	35
12.1 Деление на домены с использованием метода "черного звена"	35
Дополнение I – Примеры многодоменных приложений ОТС	37
Дополнение II – Создание соединений оптических каналов	39
Дополнение III – Пример использования метода "черного звена"	40
Дополнение IV – Взаимосвязь между Рекомендациями МСЭ-Т G.872 и МСЭ-Т G.798	42

Архитектура оптических транспортных сетей

1 Сфера применения

В настоящей Рекомендации приводится функциональная архитектура оптических транспортных сетей с использованием методики моделирования, описанной в Рекомендациях [МСЭ-Т G.800] и [МСЭ-Т G.805]. Функциональные возможности оптической транспортной сети (ОТС) описываются с точки зрения сетевого уровня с учетом многоуровневой структуры оптической сети, характеристической информации клиента, взаимосвязей уровня клиент/сервер, топологии построения сети и функциональных возможностей уровневой сети, обеспечивающих оптическую передачу сигналов, мультиплексирование, маршрутизацию, контроль, оценку рабочих характеристик и живучесть сети. Оптический участок сети описывается применительно к объектам управления использованием спектра и объектам технического обслуживания.

Настоящая Рекомендация ограничивается функциональным описанием оптических транспортных сетей, поддерживающих цифровые сигналы. Поддержка аналоговых или смешанных цифровых/аналоговых сигналов выходит за рамки сферы применения настоящей Рекомендации.

Признается, что конструкция оптических сетей зависит от ограничений, налагаемых накоплением нарушений, которые вносятся рядом элементов сети и ее топологией. В то же время многие из этих нарушений и масштаб их воздействия связаны с конкретной технологической реализацией архитектуры, описанной в настоящей Рекомендации, и, следовательно, могут изменяться в процессе дальнейшего развития технологии. Описание самих этих эффектов выходит за рамки сферы применения настоящей Рекомендации.

2 Справочные документы

Указанные ниже Рекомендации МСЭ-Т и другие источники содержат положения, которые путем ссылки на них в данном тексте составляют положения настоящей Рекомендации. На момент публикации указанные издания были действующими. Все Рекомендации и другие источники могут подвергаться пересмотру; поэтому пользователям данной Рекомендации предлагается изучить возможность применения последнего издания Рекомендаций и других источников, перечисленных ниже. Список действующих в настоящее время Рекомендаций МСЭ-Т регулярно публикуется. Ссылка на документ, приведенный в настоящей Рекомендации, не придает ему как отдельному документу статуса Рекомендации.

- [ITU-T G.694.1] Recommendation ITU-T G.694.1 (2012), *Spectral grids for WDM applications: DWDM frequency grid.*
- [ITU-T G.698.1] Рекомендация МСЭ-Т G.698.1 (2009 г.), *Многоканальные приложения, в которых используется DWDM, с одноканальными оптическими интерфейсами.*
- [ITU-T G.698.2] Рекомендация МСЭ-Т G.698.2 (2009 г.), *Многоканальные приложения, использующие плотное мультиплексирование с разделением по длине волны, с усилителями и с одноканальными оптическими интерфейсами.*
- [ITU-T G.707] Recommendation ITU-T G.707/Y.1322 (2007), *Network node interface for the synchronous digital hierarchy (SDH).*
- [ITU-T G.709] Recommendation ITU-T G.709/Y.1331 (2012), *Interfaces for the optical transport network.*
- [ITU-T G.798] Recommendation ITU-T G.798 (2010), *Characteristics of optical transport network hierarchy equipment functional blocks.*

[ITU-T G.800]	Recommendation ITU-T G.800 (2012), <i>Unified functional architecture of transport networks</i> .
[ITU-T G.805]	Recommendation ITU-T G.805 (2000), <i>Generic functional architecture of transport networks</i> .
[ITU-T G.870]	Recommendation ITU-T G.870/Y.1352 (2012), <i>Terms and definitions for optical transport networks</i> .
[ITU-T G.873.1]	Recommendation ITU-T G.873.1 (2011), <i>Optical Transport Network (OTN): Linear protection</i> .
[ITU-T G.873.2]	Recommendation ITU-T G.873.2 (2012), <i>ODUk shared ring protection</i> .
[ITU-T G.7712]	Recommendation ITU-T G.7712/Y.1703 (2010), <i>Architecture and specification of data communication network</i> .
[ITU-T G.8080]	Recommendation ITU-T G.8080/Y.1304 (2012), <i>Architecture for the automatically switched optical network</i> .

3 Термины и определения

3.1 Термины, определенные в других документах

В настоящей Рекомендации используются следующие термины, определенные в других документах.

3.1.1 управление адаптацией (adaptation management) [ITU-T G.870]: Комплекс процессов управления адаптацией сети уровня клиента к сети уровня сервера.

3.1.2 административный домен (administrative domain) [ITU-T G.805]: Применительно к целям настоящей Рекомендации административный домен означает ресурсы, которые принадлежат одной стороне, например оператору сети, поставщику услуг или конечному пользователю. Административные домены различных сторон не совпадают между собой.

3.1.3 центральная частота (central frequency) [ITU-T G.870]: Номинальная¹ средняя точка оптического диапазона частот, в котором модулируется цифровая информация определенного OCh-P.

3.1.4 контроль соединения (connection supervision) [ITU-T G.805]: Процесс контроля целостности "соединения" или "тандемного соединения", которое является частью "трассы".

3.1.5 контроль возможности установления соединения (connectivity supervision) [ITU-T G.870] – комплекс процессов контроля целостности маршрутов соединений между окончаниями трасс – источниками и коллекторами.

3.1.6 контроль непрерывности (continuity supervision) [ITU-T G.870]: Комплекс процессов контроля непрерывности трассы.

3.1.7 эффективный частотный интервал (effective frequency slot) [ITU-T G.870]: Эффективный частотный интервал канала среды передачи – это общая часть всех частотных интервалов фильтров, расположенных вдоль канала среды передачи. Он определяется своей номинальной центральной частотой и шириной интервала.

3.1.8 частотный интервал (frequency slot) [ITU-T G.694.1]: Диапазон частот, распределенный для интервала и недоступный для других интервалов в пределах гибкой сетки. Частотный интервал определяется своей номинальной центральной частотой и шириной интервала.

¹ То есть предполагаемая средняя точка диапазона. Фактическая средняя точка может быть слегка смещена под влиянием таких нарушений, как долгосрочный дрейф.

В рамках настоящей Рекомендации устройство с фиксированной сеткой определяется такими частотными интервалами, которые соответствовали бы этому устройству, если бы оно было устройством с гибкой сеткой.

3.1.9 междоменный интерфейс (inter-domain interface (IrDI)) [ITU-T G.870]: Физический интерфейс, который служит границей между административными доменами сетей разных операторов. Характеристики определены в [ITU-T G.709].

3.1.10 внутримоменный интерфейс (intra-domain interface (IaDI)) [ITU-T G.870]: Физический интерфейс в пределах домена сети одного оператора. Характеристики определены в [ITU-T G.709].

3.1.11 индикация обслуживания (maintenance indication) [ITU-T G.870]: Комплекс процессов индикации дефектов соединения, которое является частью трассы в прямом и обратном направлениях.

3.1.12 связь управления (management communications) [ITU-T G.870]: Комплекс процессов, обеспечивающих связь в целях управления.

3.1.13 элемент среды передачи (media element) [ITU-T G.870]: Элемент среды передачи направляет оптический сигнал или влияет на свойства оптического сигнала; он не изменяет свойств информации, смодулированной для образования оптического сигнала.

3.1.14 сетевой канал среды передачи (network media channel) [ITU-T G.870]: Канал среды передачи, поддерживающий одно сетевое соединение OCh-P.

3.1.15 блок данных оптического канала (optical channel data unit (ODUk)) [ITU-T G.870]: Блок ODUk представляет собой информационную структуру, состоящую из информационной полезной нагрузки (OPUk) и служебной нагрузки, связанной с блоком ODUk. Допустимые значения k на сегодняшний день см. в [ITU-T G.709].

3.1.16 блок полезной нагрузки оптического канала (optical channel payload unit (OPUk)) [ITU-T G.870]: Блок OPUk представляет собой информационную структуру, используемую для адаптации информации клиента при ее транспортировании 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, а также другую служебную нагрузку блока OPUk, поддерживающую транспортирование сигнала клиента. Допустимые значения k на сегодняшний день см. в [ITU-T G.709].

3.1.17 транспортный блок оптического канала (optical channel transport unit (OTUk[V])) [ITU-T G.870]: OTUk представляет собой информационную структуру, используемую для транспортирования ODUk по трассе OCh. Допустимые значения k на сегодняшний день см. в [ITU-T G.709].

3.1.18 оптический контрольный канал (optical supervisory channel (OSC)) [ITU-T G.870]: Канал OSC поддерживает передачу неприсоединенной служебной нагрузки, относящейся к трассе OCh, OMS_ME и OTS_ME.

3.1.19 транспортная иерархия оптической сети (optical transport hierarchy (OTH)) [ITU-T G.870]: OTH представляет собой иерархический набор уровней цифровой транспортной сети, стандартизированных для транспортирования надлежащим образом адаптированных полезных нагрузок в пределах OTC.

3.1.20 оптическая транспортная сеть (OTC) (optical transport network) [ITU-T G.870]: Оптическая транспортная сеть (OTC) представляет собой комплекс элементов оптической сети, соединенных между собой волоконно-оптическими линиями, способный обеспечить функции транспортирования, мультиплексирования, маршрутизации, управления, контроля и обеспечения живучести оптических каналов, переносящих клиентские сигналы, в соответствии с требованиями [ITU-T G.872].

3.1.21 контроль качества сигнала (signal quality supervision) [ITU-T G.870]: Комплекс процессов контроля рабочих характеристик соединения, обеспечиваемого трассой.

3.1.22 ширина интервала (slot width) [ITU-T G.694.1]: Полная ширина частотного интервала в пределах гибкой сетки.

3.2 Термины, определенные в настоящей Рекомендации

В настоящей Рекомендации используется следующий термин:

3.2.1 канал среды передачи: Комплекс взаимосвязанных элементов среды передачи, который отражает как топологию (то есть маршрут в среде передачи), так и ресурс (частотный интервал), который он занимает.

4 Сокращения и акронимы

В настоящей Рекомендации используются следующие сокращения и акронимы.

AIS	Alarm Indication Signal	Сигнал индикация аварии
AP	Access Point	Точка доступа
APS	Automatic Protection Switching	Автоматическое защитное переключение
BDI	Backward Defect Indication	Индикация дефекта в обратном направлении
BEI	Backward Error Indication	Индикация ошибки в обратном направлении
CP	Connection Point	Точка подключения
FDI	Forward Defect Indication	Индикация дефекта в прямом направлении
FEC	Forward Error Correction	Исправление ошибки в прямом направлении
IaDI	Intra-Domain Interface	Внутридоменный интерфейс
IrDI	Inter-Domain Interface	Междоменный интерфейс
LC	Link Connection	Канальное соединение
LOC	Loss of Continuity	Потеря непрерывности
ME	Maintenance Entity	Объект технического обслуживания
MI	Management Information	Информация управления
MSI	Multiplex Structure Identifier	Идентификатор структуры мультиплексирования
NC	Network Connection	Сетевое соединение
NE	Network Element	Элемент сети
NIM	Non-Intrusive Monitor	Неинтрузивный контроль
OAM	Operation, Administration and Maintenance	Эксплуатация, администрирование и техническое обслуживание
OCh	Optical Channel	Оптический канал
OCh_ME	OCh Maintenance Entity	Объект технического обслуживания OCh
OCh-O	OCh – Overhead	Служебная нагрузка OCh
OCh-P	OCh – Payload	Полезная нагрузка OCh
OCI	Open Connection Indication	Индикация обрыва соединения
ODU	Optical Channel Data Unit	Блок данных оптического канала
OMS	Optical Multiplex Section	Участок оптического мультиплексирования

OMS_ME	Optical Multiplex Section Maintenance Entity		Объект технического обслуживания участка оптического мультиплексирования
OMS-O	Optical Multiplex Section – Overhead		Служебная нагрузка участка оптического мультиплексирования
OMS-P	Optical Multiplex Section – Payload		Полезная нагрузка участка оптического мультиплексирования
OSC	Optical Supervisory Channel		Оптический контрольный канал
OTH	Optical Transport Hierarchy		Транспортная иерархия оптической сети
OTM	Optical Transport Module		Транспортный модуль оптической сети
OTN	Optical Transport Network	ОТС	Оптическая транспортная сеть
OTS	Optical Transmission Section		Участок оптической передачи
OTS_ME	Optical Transmission Section Maintenance Entity		Объект технического обслуживания участка оптической передачи
OTSn	Optical Transmission Section of order n		Участок оптической передачи <i>n</i> -го порядка
OTU	Optical Transport Unit		Оптический транспортный блок
OTUGn	Optical Transport Unit Group of order n		Группа оптических транспортных блоков <i>n</i> -го порядка
SDH	Synchronous Digital Hierarchy	СЦИ	Синхронная цифровая иерархия
SI	Status Information (derived by the monitoring of a signal)		Сведения о состоянии (получаемые путем контроля сигнала)
SN	Subnetwork		Подсеть
SNC	Subnetwork Connection		Соединение подсети
SRP	Shared Ring Protection		Совместная кольцевая защита
STM-N	Synchronous Transport Module level N		Синхронный транспортный модуль <i>N</i> -го уровня
TCM	Tandem Connection Monitoring		Контроль тандемного соединения
TCP	Termination Connection Point		Оконечная точка соединения
TDM	Time Division Multiplexing		Мультиплексирование с временным разделением каналов
TS	Tributary Slot		Компонентный интервал
TT	Trail Termination		Окончание трассы
TTI	Trail Trace Identifier		Идентификатор маршрута трассы
(D)WDM	(Dense) Wavelength Division Multiplexing		(Плотное) мультиплексирование с разделением каналов по длине волны

5 Условные обозначения

В настоящей Рекомендации используются условные обозначения, определенные в [ITU-T G.800] и [ITU-T G.805], а также дополнительные условные обозначения и термины, описанные в настоящем разделе, чтобы отличать топологические компоненты от функций транспортной обработки,

описанных в [ITU-T G.800], которые работают с цифровыми сигналами и функциями среды передачи, рассматриваемыми в настоящей Рекомендации.

Элементы среды передачи действуют на основании передаваемых ими сигналов и в некоторой степени подобны топологическим компонентам и функциям транспортной обработки, описанным в [ITU-T G.800]. В то же время элементы среды передачи лишь направляют физические сигналы или влияют на них, но не обрабатывают переносимую ими характеристическую информацию. Учитывая сходство между этими функциями, удобно использовать те же условные обозначения, которые определены в [ITU-T G.800], с добавлением затенения, чтобы отличать элементы среды передачи от функций транспортной обработки. Эти обозначения показаны ниже, на рисунке 5-1. В настоящей Рекомендации предполагается знакомство с транспортными функциями, но благодаря этим условным обозначениям сохраняются важные различия.

Затененный элемент неинтрузивного контроля (NIM) контролирует только оптические свойства сигнала.



Рисунок 5-1 – Условные обозначения элементов с использованием затенения

Для того чтобы различать взаимосвязи сигналов и взаимосвязи среды передачи, используются следующие соглашения по терминологии.

Соединение (connection) – используется для обозначения взаимосвязи сигналов, как указано в [ITU-T G.800] и [ITU-T G.805].

Канал среды передачи (media channel) – используется для обозначения взаимосвязей среды передачи.

6 Функциональная архитектура оптических транспортных сетей

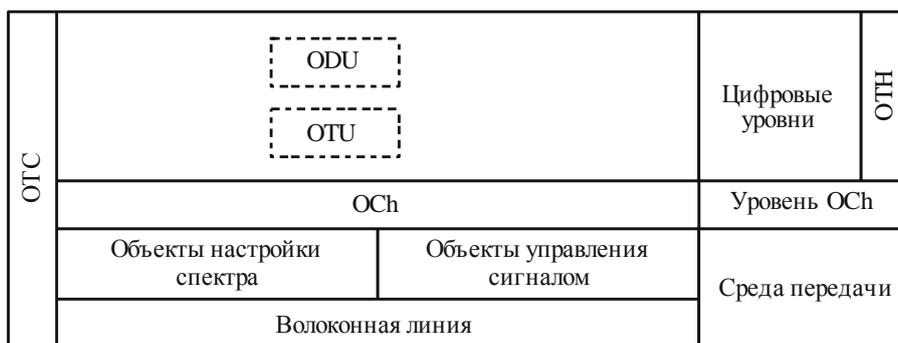
Функциональное назначение оптических транспортных сетей заключается в том, чтобы обеспечивать транспортирование, агрегирование, маршрутизацию, контроль и живучесть клиентских сигналов, которые обрабатываются в фотонных и цифровых областях. Эти функциональные возможности оптических транспортных сетей описаны в отношении сетевого уровня с использованием общих принципов, определенных в [ITU-T G.800] и [ITU-T G.805]. В настоящей Рекомендации рассматриваются конкретные аспекты многоуровневой структуры ОТС, характеристическая информация, взаимосвязь между уровнями клиента и сервера, топология сети и функциональные возможности уровневой сети.

В соответствии с [ITU-T G.805] и [ITU-T G.800] ОТС разделяется на независимые транспортные уровневые сети, причем каждую уровневую сеть можно отдельно секционировать таким образом, чтобы показать ее внутреннюю структуру.

В следующем функциональном описании оптические сигналы характеризуются центральной частотой и максимальной спектральной амплитудой² (см. [ITU-T G.698.2]). Оптический сигнал направляется в пункт своего назначения каналом среды передачи сети. Номинальная центральная частота и ширина канала среды передачи определяются его частотным интервалом. Определение частотного интервала дано в [ITU-T G.694.1], а устройство с фиксированной сеткой описано в

² Спектр OCh-P после процесса модуляции выходит за рамки сферы применения настоящей Рекомендации.

настоящей Рекомендации как устройство с такими частотными интервалами, которые соответствовали бы аналогичному устройству с гибкой сеткой.



G.872(12)_F6-1

Рисунок 6-1 – Обзор ОТС

Над уровнем ОСh находятся цифровые уровни (OTU, ODU), которые обеспечивают мультиплексирование цифровых клиентов и их техническое обслуживание. Оконечное оборудование ОСh генерирует два сигнала – сигнал ОСh-P, который переносится по каналу среды передачи через элементы среды передачи (какие-либо элементы среды передачи не демодулируют оптический сигнал), и сигнал ОСh-O, переносящий служебную нагрузку ОСh.

Цифровые уровни описаны в разделе 7, а уровень ОСh и среда передачи – в разделе 8.

В соответствии с условными обозначениями раздела 5 термин "соединение" используется для обозначения взаимосвязи сигналов, а термин "канал среды передачи" – для обозначения взаимосвязей среды передачи. Сетевой канал среды передачи – это взаимосвязь среды передачи, которая поддерживает одно сетевое соединение ОСh-P.

Ниже ОСh объекты, обеспечивающие настройку каналов среды передачи, описываются отдельно от объектов, обеспечивающих управление наборами сигналов ОСh-P, которые распространяются в этой среде передачи³.

Эффективный частотный интервал канала среды передачи определяется фильтрами, расположенными вдоль маршрута канала среды передачи. Эффективный частотный интервал может быть достаточным для поддержки нескольких сигналов ОСh-P⁴. Коммутация каналов среды передачи осуществляется матрицами коммутации среды передачи (аналоговыми элементами среды передачи).

Сигналы ОСh-P, передаваемые по каналу среды передачи, контролируются объектами технического обслуживания (МЕ) OMS и OTS (см. пункты 8.2 и 8.3 соответственно), которые отвечают за неинтрузивный контроль общих характеристик сигналов ОСh-P. В результате этого контроля создается информация управления (МИ), которая передается в объект управления, а также на дальний конец объекта технического обслуживания.

7 Цифровые уровни ОТС

Структура цифровых уровней ОТС состоит из уровневых сетей цифрового тракта (ODU) и уровневых сетей цифрового участка (OTU).

Уровень участка OTU поддерживает один уровень тракта ODU в качестве клиента и обеспечивает возможность контроля ОСh. По уровню тракта ODU может транспортироваться разнородная совокупность клиентов ODU. Иерархия мультиплексирования разнородных потоков поддерживает

³ Такое разделение необходимо для описания элементов среды передачи, которые могут работать с несколькими сигналами ОСh-P. Взаимосвязь между моделью, представленной в настоящей Рекомендации, и существующими функциями и процессами, описанными в [ITU-T G.798], указана в Дополнении IV.

⁴ Канал среды передачи, способный переносить несколько сигналов ОСh-P, может использоваться для обеспечения того, что обычно называют диапазонным или экспресс-каналом.

различные сетевые архитектуры, в том числе архитектуры, оптимизированные для сведения к минимуму неиспользуемой пропускной способности, сведения к минимуму числа управляемых объектов, поддержки сценариев передачи оператора и/или обеспечения для трафика ODU0/ODUflex возможности транзита района сети, который не поддерживает эти возможности.

На рисунках 7-1 и 7-2 показаны отношения клиент/сервер соответственно без мультиплексирования ODU и с мультиплексированием ODU.

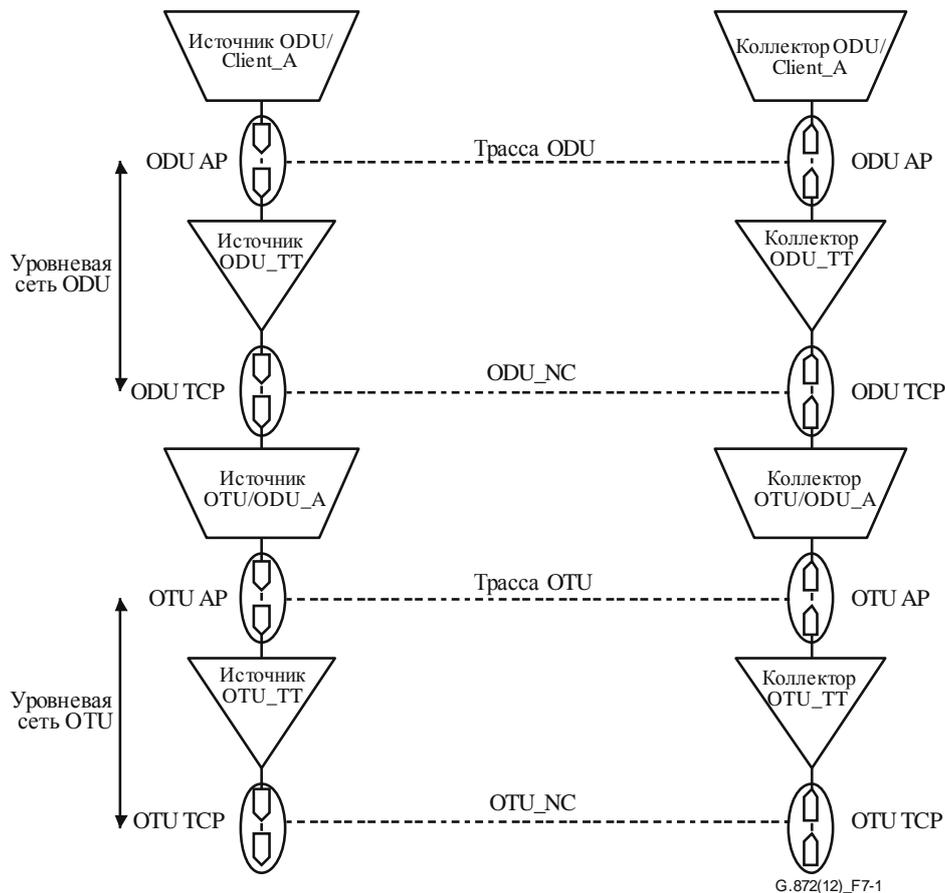


Рисунок 7-1 – Связи клиент/сервер в цифровых уровнях OTS без мультиплексирования ODU

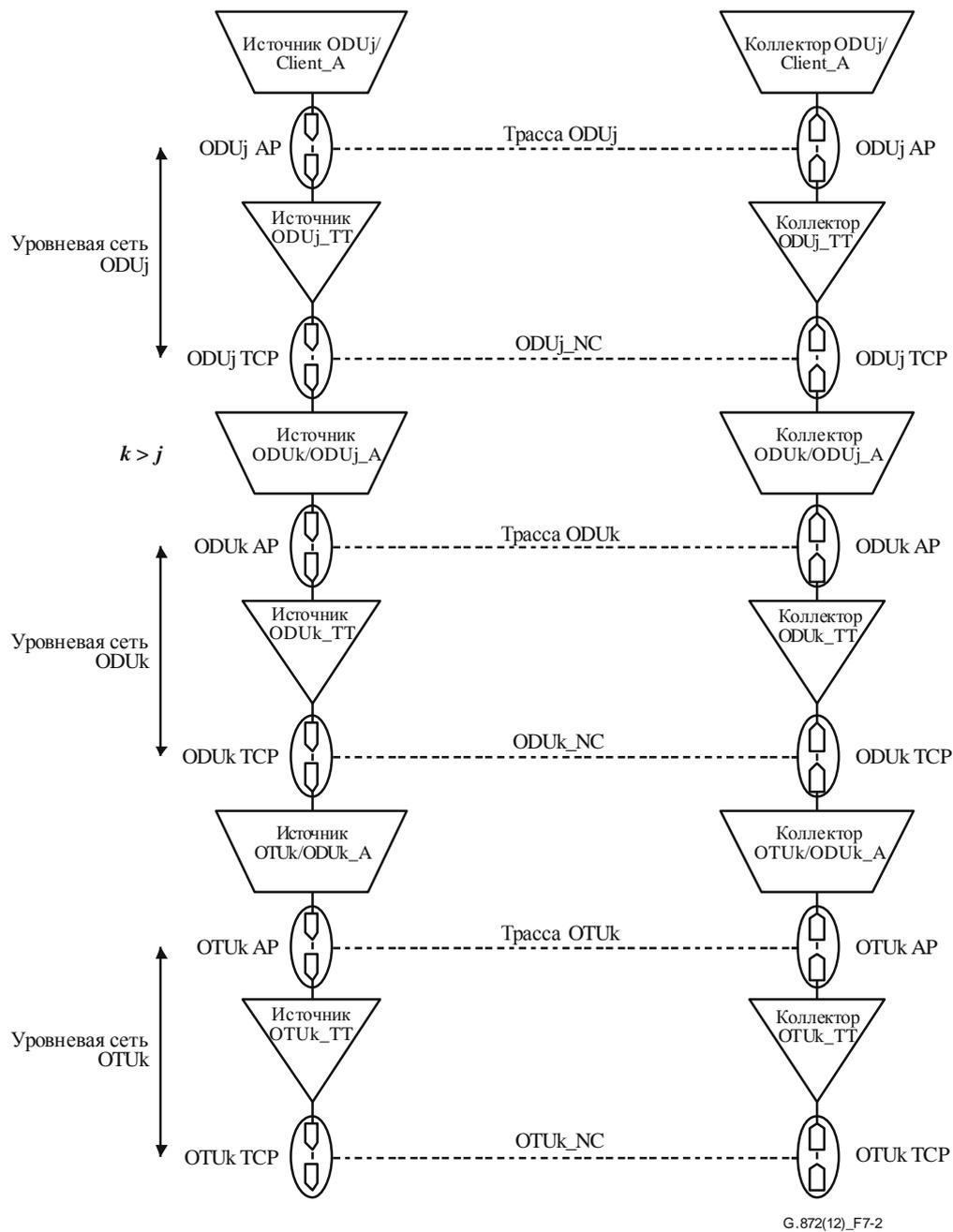


Рисунок 7-2 – Связи клиент/сервер в цифровых уровнях ОТС с мультиплексированием ODU

Комплекс клиентов ODU и соответствующих им серверов ODU и комплекс клиентов ODU и соответствующих им сигналов серверов OTU на момент публикации настоящей Рекомендации представлены соответственно в таблицах 7-1 и 7-2. Набор сигналов ODU и OTU приведен в [ITU-T G.709].

Таблица 7-1 – Комплекс клиентов ODU и соответствующих им серверов ODU

Клиенты ODU	Сервер ODU
Область битовой скорости 1,25 Гбит/с	ODU0
–	
Область битовой скорости 2,5 Гбит/с	ODU1
ODU0	
Область битовой скорости 10 Гбит/с	ODU2
ODU0, ODU1 и ODUflex	
Область битовой скорости 10,3125 Гбит/с	ODU2e
–	
Область битовой скорости 40 Гбит/с	ODU3
ODU0, ODU1, ODU2, ODU2e и ODUflex	
Область битовой скорости 100 Гбит/с	ODU4
ODU0, ODU1, ODU2, ODU2e, ODU3 и ODUflex	
Клиенты с CBR из области, превышающей диапазон скоростей от 2,5 Мбит/с до 100 Гбит/с, или клиенты с пакетами GFP-F от 1,25 Гбит/с до 100 Гбит/с	ODUflex
–	

Таблица 7-2 – Комплекс клиентов ODU и соответствующих им серверов OTU

Клиент ODU	Сервер OTU
ODU0	–
ODU1	OTU1
ODU2	OTU2
ODU2e	–
ODU3	OTU3
ODU4	OTU4
ODUflex	–

7.1 Уровневая сеть блока данных оптического канала (ODU)

Эта уровневая сеть обеспечивает функциональную возможность сквозной передачи по сети сигналов цифровых маршрутов, которые прозрачно переносят информацию клиента различных форматов, как указано в таблице 7-1. Описание поддерживаемых уровней сетей клиента выходит за рамки сферы применения настоящей Рекомендации. Топологическими компонентами уровневой сети ODU являются подсети и линии. Линии обеспечиваются тем или иным маршрутом OTU или маршрутом сервера ODU. В связи с тем что ресурсы, которые обеспечивают эти топологические компоненты, поддерживают разнородную совокупность блоков ODU, уровень ODU моделируется в виде одноуровневой сети, которая не зависит от скорости передачи. Скорость передачи ODU – это параметр, который позволяет определять количество компонентных интервалов (TS) для соединения линии ODU. Для обеспечения сквозной передачи по сети в уровневую сеть включены следующие возможности:

- перегруппировка соединения ODU для обеспечения гибкой сетевой маршрутизации;
- обработка служебной нагрузки ODU для обеспечения целостности адаптированной информации ODU;
- функции эксплуатации, управления и технического обслуживания ODU для поддержки работы сетевых уровней и функций управления, таких как предоставление соединения, обмен параметрами качества обслуживания и обеспечение живучести сети.

Уровневая сеть ODU обеспечивает сквозную передачу цифровых сигналов клиента через OTC. Характеристическая информация уровневой сети ODU состоит из следующих элементов:

- области полезной нагрузки ODU для передачи цифровых сигналов клиента;
- области служебной нагрузки ODU для передачи соответствующей служебной информации.

Подробное описание см. в [ITU-T G.709].

Уровневая сеть ODU выполняет следующие транспортные функции и содержит следующие транспортные объекты (см. рисунок 7-3):

- трассу ODU;
- окончание трассы ODU – источник (ODU_TT_Source);
- окончание трассы ODU – коллектор (ODU_TT_Sink);
- сетевое соединение ODU (ODU_NC);
- канальное соединение ODU (ODU_LC);
- подсеть ODU (ODU_SN);
- соединение подсети ODU (ODU_SNC).

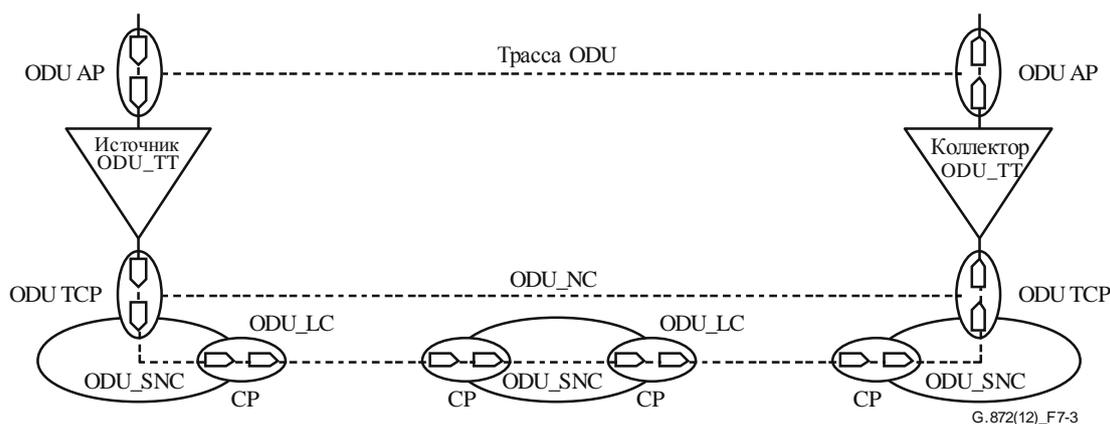


Рисунок 7-3 – Пример уровневой сети ODU

7.1.1 Окончание трассы ODU

Окончанию трассы ODU могут быть приданы следующие общие процессы:

- проверка целостности возможности установления соединений;
- оценка качества передачи;
- обнаружение и индикация дефектов передачи.

Требования, предъявляемые к этим процессам, подробно изложены в разделе 10.

Существуют окончания трассы ODU трех типов:

- двунаправленное окончание трассы ODU – состоит из совмещенной пары функций источника и коллектора в окончании трассы ODU;
- окончание трассы ODU – источник – принимает адаптированные данные из уровневой сети клиента в качестве входных данных, вставляет служебную нагрузку окончания трассы ODU в качестве отдельного и обособленного потока логических данных и выдает на выходе характеристическую информацию уровневой сети ODU;
- окончание трассы ODU – коллектор – принимает характеристическую информацию уровневой сети ODU в качестве входных данных, извлекает отдельный и обособленный поток логических данных, содержащий служебную нагрузку окончания трассы ODU, и выдает на выходе адаптированные данные.

7.1.2 Функция соединения ODU

Функция соединения ODU может использоваться оператором сети для обеспечения маршрутизации, группирования, защиты и восстановления.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Функция соединения ODU может поддерживать блоки ODU_k для всех значений k или только для подмножества этих значений.

7.1.3 Единицы транспортирования ODU

Сетевые соединения, соединения подсети, матричные соединения, канальные соединения, тандемные соединения и трассы соответствуют описанию, приведенному в [ITU-T G.805].

7.1.4 Топологические компоненты ODU

Уровневые сети, подсети, матрицы коммутации, линии, переходные линии и группы доступа соответствуют описанию, приведенному в [ITU-T G.805] и [ITU-T G.800].

Подсеть ODU, ODU_SN, обеспечивает гибкость в пределах уровня ODU. Характеристическая информация передается между входными (оконечными) точками соединения [(T)CP] и выходными (T)CP.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Топологические компоненты ODU могут поддерживать блоки ODU_k для всех значений k или только для подмножества этих значений.

7.1.5 Мультиплексирование ODU с временным разделением

Для того чтобы посредством высокоскоростного сигнала ODU_k передавать несколько сигналов ODU_j с меньшей скоростью, сохраняя сквозную трассу для этих низкоскоростных сигналов, используется мультиплексирование блоков ODU с временным разделением (TDM).

Следует отметить, что блок ODU_j может быть блоком ODUflex. Компонентные интервалы сервера ODU_k могут быть распределены по любой комбинации клиентов ODU_j в пределах пропускной способности ODU_k. Для определенных в настоящее время блоков ODU_k установлены интервалы TS, указанные в таблице 7-3.

Таблица 7-3 – Число компонентных интервалов (TS) для каждого блока ODU_k

Номинальная емкость спектра TS	1,25 Гбит/с	2,5 Гбит/с
ODU1	2	–
ODU2	8	4
ODU3	32	16
ODU4	80	–

7.1.6 Многодоменная ОТС

В домене A может существовать сеть ОТС, состоящая из клиента ODU _{i} и сервера ODU _{j} , $i < j$. Сервер ODU _{j} может передаваться по сети домена B , присоединенной с помощью OTU _{j} . Домен B может передавать ODU _{j} в качестве клиента ODU по серверу ODU _{k} , $j < k$. В каждом из доменов A и B имеется по два иерархических уровня ODU в соответствующем домене. ODU _{j} играет роль сервера ODU в домене A и роль клиента ODU в домене B .

Сервер ODU _{j} домена A может также передаваться в качестве клиента ODU _{j} в домене B непосредственно поверх OTU _{j} в домене B , используя TCM для управления сегментами тракта ODU _{j} в каждом домене.

Некоторые примеры многодоменных приложений приведены в Дополнении I.

7.1.7 Обратное мультиплексирование в ОТС

Обратное мультиплексирование в ОТС реализуется посредством виртуальной конкатенации X ($X \geq 2$) сигналов ODU (ODU- X_v). Сигнал ODU- X_v может переносить клиентский сигнал (например, ODU2-4 v может переносить сигнал STM-256). Характеристическая информация уровневой сети с использованием виртуальной конкатенации ODU (ODU- X_v) переносится посредством пакета из X сетевых соединений ODU, каждое из которых имеет собственную задержку передачи. Функция

коллектора в окончании трассы ODU-Xv должна компенсировать этот разброс задержки, чтобы обеспечить непрерывную полезную нагрузку на своем выходе.

Применяются методы контроля соединения, зависящие от потока данных характеристической информации ODU.

В соединениях ODU с использованием виртуальной конкатенации, которые охватывают несколько сетей, при настройке маршрута следует проявлять осторожность, чтобы гарантировать, что наибольшая из задержек (например, задержка защитной коммутации в одной из промежуточных сетей) не превысит выбранного диапазона компенсации.

Для отдельных сигналов ODU, составляющих группу виртуальной конкатенации, реализованы функции контроля рабочих характеристик и защиты. Контроль рабочих характеристик группы в целом является предметом дальнейшего изучения.

ПРИМЕЧАНИЕ. Перенос высокоскоростных сигналов ODU через группу с виртуальной конкатенацией более медленных сигналов ODU возможен, но приводит к неоптимальному решению.

На рисунке 7-4 показана функциональная архитектура ODU-Xv.

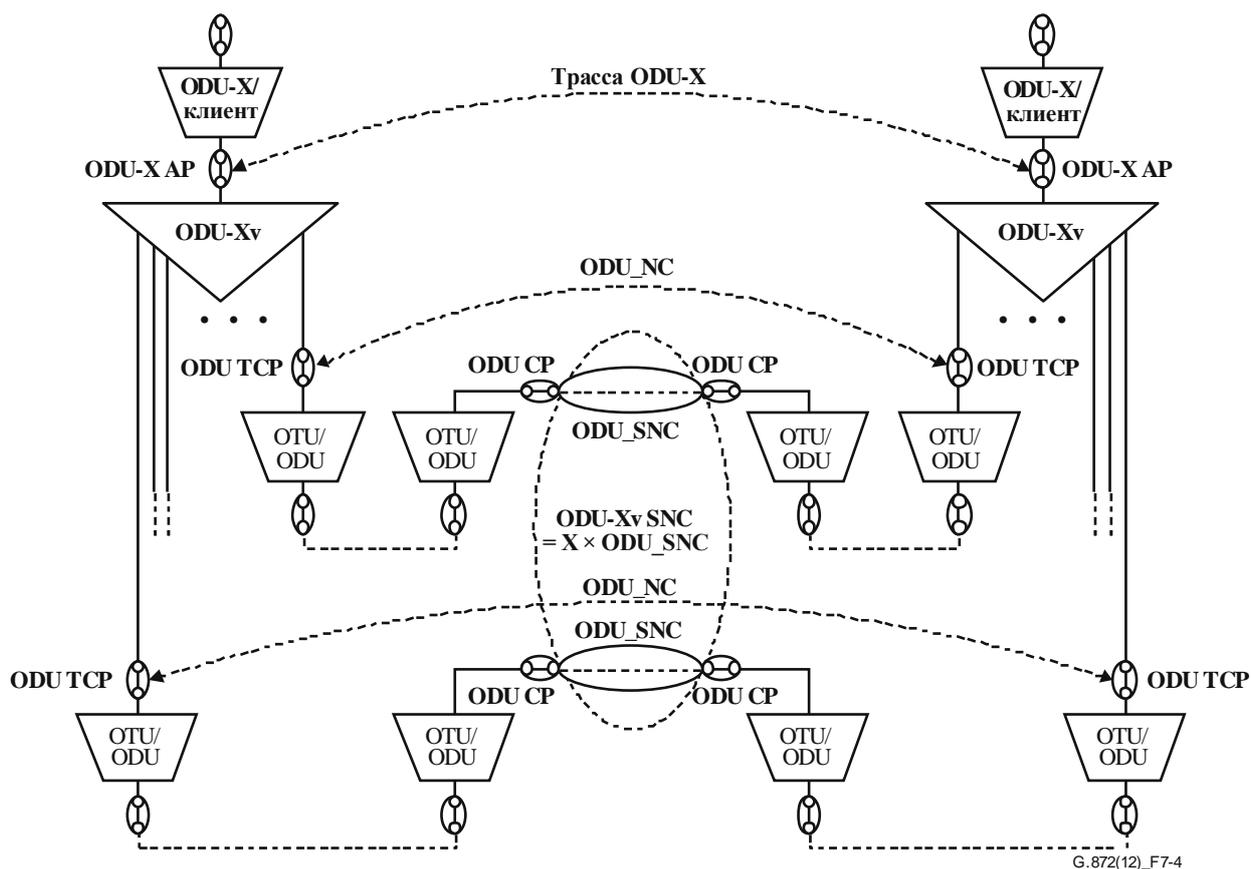


Рисунок 7-4 – Функциональная архитектура виртуальной конкатенации блоков ODU

Составная функция ODU-Xv, показанная на рисунке 7-4, далее состоит из основных элементарных функций, как показано на рисунке 7-5.

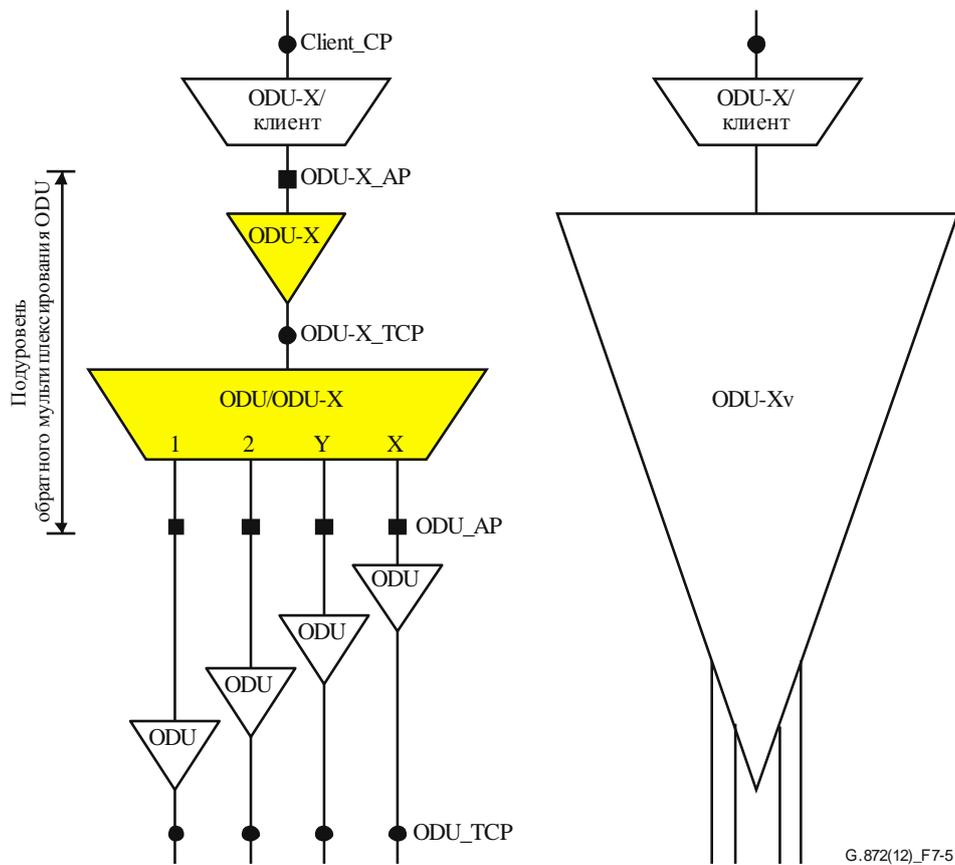


Рисунок 7-5 – Модель виртуальной конкатенации

7.2 Уровневая сеть транспортного блока оптического канала (OTU)

Уровневая сеть OTU обеспечивает транспортирование сигналов клиента ODU по маршруту OTU между пунктами 3R-регенерации ОТС. Возможности данной уровневой сети включают:

- обработку служебной нагрузки OTU в целях обеспечения целостности адаптированной информации и ее кондиционирование для передачи по оптическому каналу;
- функции эксплуатации, управления и технического обслуживания OTU для поддержки функций эксплуатации и технического обслуживания на уровне участка.

Характеристическая информация уровневой сети OTU состоит из следующих элементов:

- области полезной нагрузки OTU для передачи сигналов клиента ODU;
- области служебной нагрузки OTU для передачи соответствующей служебной информации.

Подробное описание см. в [ITU-T G.798].

Уровневая сеть OTU выполняет следующие транспортные функции и содержит следующие объекты транспортирования (см. рисунок 7-6):

- трассу OTU;
- окончание трассы OTU – источник (OTU_TT_Source);
- окончание трассы – коллектор (OTU_TT_Sink);
- сетевое соединение OTU (OTU_NC);
- канальное соединение OTU (OTU_LC).

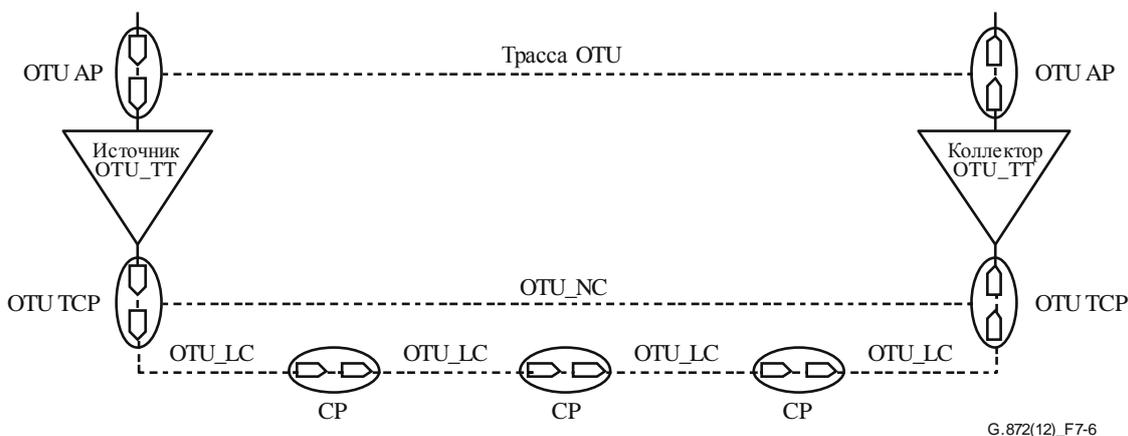


Рисунок 7-6 – Пример уровневой сети OTU

7.2.1 Окончание трассы OTU

Окончанию трассы OTU могут быть приданы следующие общие процессы:

- проверка целостности возможности установления соединений;
- оценка качества передачи;
- обнаружение и индикация дефектов передачи.

Требования, предъявляемые к этим процессам, подробно изложены в разделе 10.

Существуют окончания трассы OTU трех типов:

- двунаправленное окончание трассы OTU – состоит из совмещенной пары функций источника и коллектора окончания трассы OTU;
- окончание трассы OTU – источник – принимает адаптированные данные из сети ODU в качестве входных данных, вставляет служебную нагрузку окончания трассы OTU в качестве отдельного и обособленного потока логических данных и выдает на выходе характеристическую информацию уровневой сети OTU;
- окончание трассы OTU – коллектор – принимает характеристическую информацию уровневой сети OTU в качестве входных данных, извлекает отдельный и обособленный поток логических данных, содержащий служебную нагрузку окончания трассы OTU, и выдает на выходе адаптированные данные.

7.2.2 Единицы транспортирования OTU

Сетевые соединения, канальные соединения и трассы соответствуют описанию, приведенному в [ITU-T G.805].

7.2.3 Топологические компоненты OTU

Уровневые сети, линии и группы доступа соответствуют описанию, приведенному в [ITU-T G.805]. Когда блок OTU передается по оптической сети, имеет место взаимно однозначное соответствие между группами доступа и уровнями сетями OCh и OTU.

7.3 Связи клиент/сервер

Одной из основных особенностей ОТС является возможность поддержки широкого спектра клиентских уровней сетей с коммутацией каналов и пакетов. См. [ITU-T G.709].

Структура цифровых уровней сетей ОТС и функции адаптации показаны на рисунках 7-1 и 7-2. В целях описания функции межуровневой адаптации названы с использованием отношения клиент/сервер.

7.3.1 Адаптация ODU/клиент

Функция адаптации ODU/клиент (ODU/Client_A) считается состоящей из процессов двух типов – процессов, относящихся к клиенту, и процессов, относящихся к серверу. Описание процессов, относящихся к клиенту, выходит за рамки сферы применения настоящей Рекомендации.

Функция двунаправленной адаптации ODU/клиент (ODU/Client_A) выполняется совмещенной парой функций адаптации источника и коллектора ODU/клиента.

Между входом и выходом источника адаптации ODU/клиент (ODU/Client_A_So) выполняются следующие процессы:

- вся обработка, необходимая для адаптации сигнала клиента к области полезной нагрузки ODU. Эти процессы зависят от конкретного сигнала клиента;
- генерирование и завершение сигналов управления/обслуживания, как описано в разделе 10.

Между входом и выходом коллектора адаптации ODU/клиент (ODU/Client_A_Sk) выполняются следующие процессы:

- восстановление сигнала клиента из области полезной нагрузки ODU. Эти процессы зависят от конкретного отношения клиент/сервер;
- генерирование и завершение сигналов управления/обслуживания, как описано в разделе 10.

Подробное описание см. в [ITU-T G.798].

7.3.2 Адаптация ODUk/ODUj

Функция двунаправленной адаптации ODUk/ODUj (ODUk/ODUj_A) выполняется совмещенной парой функций адаптации источника и коллектора ODUk/ODUj.

Между входом и выходом источника адаптации ODUk/ODUj (ODUk/ODUj_A_So) выполняются следующие процессы:

- мультиплексирование ODUj в некоторую форму более высокоскоростного ODUk;
- генерирование и завершение сигналов управления/обслуживания, как описано в разделе 10.

Между входом и выходом коллектора адаптации ODUk/ODUj (ODUk/ODUj_A_Sk) выполняются следующие процессы:

- демультимплексирование ODUj;
- генерирование и завершение управления/обслуживания, как описано в разделе 10.

Подробное описание см. в [ITU-T G.798].

7.3.3 Адаптация OTU/ODU

Функция двунаправленной адаптации OTU/ODU (OTU/ODU_A) выполняется совмещенной парой функций адаптации источника и коллектора OTU/ODU.

Между входом и выходом источника адаптации OTU/ODU (OTU/ODU_A_So) выполняются следующие процессы:

- вся обработка, необходимая для адаптации сигнала ODU к области полезной нагрузки OTU. Эти процессы зависят от конкретной реализации отношения клиент/сервер.

Между входом и выходом коллектора адаптации OTU/ODU (OTU/ODU_A_Sk) выполняются следующие процессы:

- восстановление сигнала ODU из области полезной нагрузки OTU. Эти процессы зависят от конкретной реализации отношения клиент/сервер.

Подробное описание см. в [ITU-T G.798].

Объединение всех элементов среды передачи между источником OCh-P и коллектором OCh-P называется сетевым каналом среды передачи.

Спектр может выделяться и переключаться порциями, большими, чем сетевой канал среды передачи, и, следовательно, может поддерживать несколько сигналов OCh-P.

Уровневая сеть OCh обеспечивает транспортирование сигналов OCh-P, которые прозрачно переносят информацию OTU между пунктами 3R OTS. Для этого в уровневой сети предусмотрены следующие возможности:

- транспортирование сигнала OCh-P;
- процессы управления служебной нагрузкой OCh-O, контролируемые целостность информации AI OCh; следует отметить, что эти процессы могут включать информацию, полученную непосредственно от функции окончания OCh-P (то есть информацию управления OCh-P);
- функции эксплуатации, управления и технического обслуживания OCh (как OCh-P, так и OCh-O) для поддержки работы сетевых уровней и функций управления, таких как предоставление соединения, обмен показателями качества обслуживания и обеспечение живучести сети;
- неинтрузивный контроль OCh-P (NIM OCh-P), контроль оптических параметров сигнала OCh-P.

Сетевое соединение OCh-P поддерживается сетевым каналом среды передачи, который обеспечивает гибкую маршрутизацию в сети.

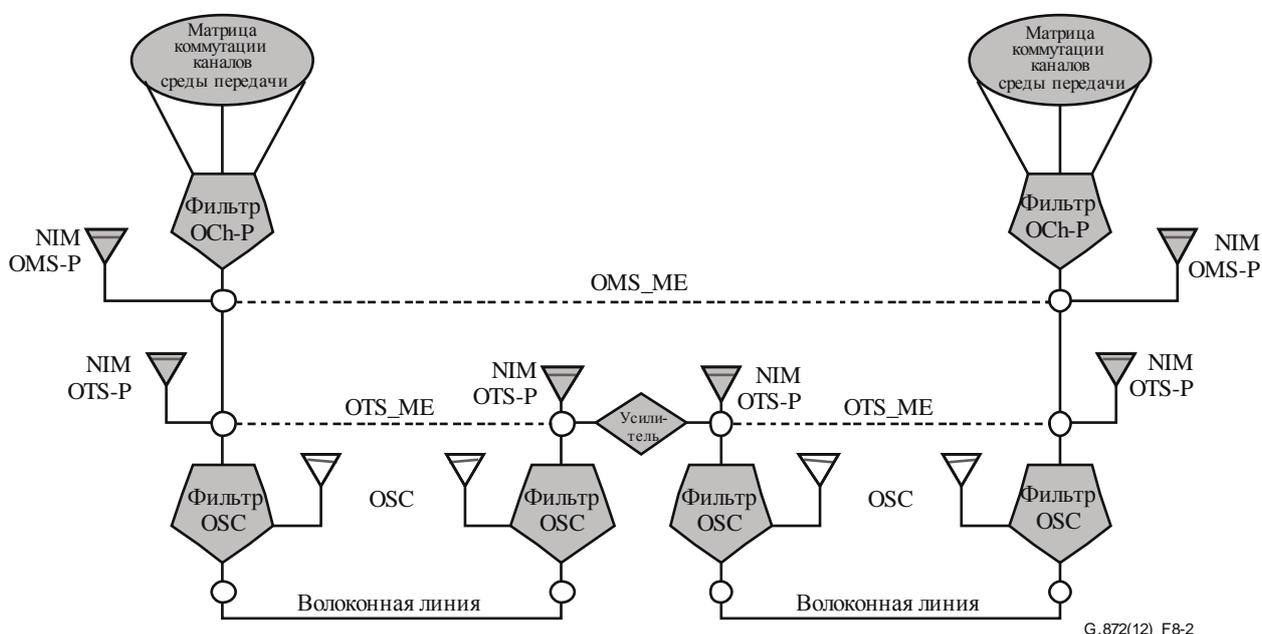


Рисунок 8-2 – Единицы управления OMS и OTS

На рисунке 8-2 показано расположение единиц технического обслуживания OMS и OTS.

Единица технического обслуживания OMS (OMS_ME) контролирует все сигналы OCh-P в волоконно-оптической линии между двумя точками настройки частотного интервала. Единица технического обслуживания OTS (OTS_ME) контролирует все сигналы OCh-P в волоконно-оптической линии между двумя точками досягаемости управления. Эти точки обычно ассоциируются с положением промежуточных усилителей⁵.

⁵ Для распределенных оптических усилителей местоположением усилителя считается место, куда вводится длина волны накачки.

Оптический контрольный канал (OSC) – это сигнал, введенный в OTS_ME. Он используется для переноса неприсоединенной служебной нагрузки OCh_ME, OMS_ME и OTS_ME. OTC-совместимая реализация сети должна поддерживать OSC в своих внутридоменных интерфейсах. Если OSC не поддерживается, то не поддерживаются и OMS_ME и OTS_ME. OCh-P_NC (см. раздел 8.1) может существовать и в отсутствие OMS_ME и OTS_ME, но некоторые возможности управления аварийной сигнализацией, обнаружения отказов и локализации отказов тракта OCh, описанные в разделе 10, поддерживаться не будут. OSC не поддерживается в интерфейсе IrDI, так как канал среды передачи между источником и коллектором OCh-P не имеет промежуточных сетевых элементов, и полные возможности технического обслуживания обеспечиваются уровневой сетью OTU.

Единица технического обслуживания участка оптического мультиплексирования (OMS_ME). Эта единица технического обслуживания обеспечивает:

- общий контроль сигнала OMS-P посредством неинтрузивного контроля OMS-P (NIM OMS-P) (см. раздел 8.2);
- обработку служебной нагрузки OMS для обеспечения целостности OMS-P посредством функций OMS-O;
- функции эксплуатации, управления и технического обслуживания OMS для поддержки функций эксплуатации и управления на уровне участка, таких как обеспечение живучести участка мультиплексирования.

Эти сетевые возможности, реализуемые для многоволновых оптических сигналов, обеспечивают поддержку эксплуатации и управления оптических сетей.

Единица технического обслуживания участка оптической передачи (OTS_ME). Эта единица технического обслуживания обеспечивает:

- общий контроль сигнала OTS-P (см. раздел 8.3) посредством неинтрузивного контроля OTS-P (NIM OTS-P);
- обработку служебной нагрузки OTS для обеспечения целостности OTS-P посредством функций OTS-O;
- функции эксплуатации, управления и технического обслуживания OTS для поддержки функций эксплуатации и управления на уровне участка.

Уровневая сеть среды передачи поддерживает каналы среды передачи сети между окончаниями OCh-P, как описано в разделе 6. Канал среды передачи сети состоит из любой комбинации элементов сети и волоконных линий, как описано в разделе 8.4.3.

В следующих разделах приведено функциональное описание сетей оптического уровня. Подробное описание этого уровня выходит за рамки сферы применения настоящей Рекомендации.

8.1 Уровневая сеть оптического канала (OCh)

Уровневая сеть OCh обеспечивает транспортирование цифровых сигналов OTU по трассе OCh между пунктами доступа. Характеристическая информация уровневой сети OCh состоит из двух отдельных и обособленных логических сигналов:

- оптического сигнала, определяемого набором параметров. Особый интерес представляют центральная частота, требуемая полоса пропускания и другие аналоговые параметры, связанные с каналом среды передачи сети, такие как соотношение сигнал/шум. Параметры вводятся в идентификатор приложения⁶, который охватывает как стандартные, так и специальные приложения. Уровневые обработчики [ITU-T G.800], расположенные вдоль трассы, могут изменять эти параметры по мере необходимости;
- потока данных, который представляет собой неприсоединенную (внеполосную) служебную нагрузку. У этого потока данных имеется собственный набор функций, которые обрабатывают неприсоединенную служебную нагрузку независимо от уровневых процессоров, которые работают с OCh-P.

⁶ Следует отметить, что идентификатор приложения относится к комбинации передатчика, канала среды передачи сети и коллектора. Он не относится к какому-либо единичному интерфейсу.

Уровень OCh содержит следующие транспортные функции и транспортные единицы (см. рисунок 8-3):

- трассу OCh;
- окончание трассы OCh-P – источник (OCh-P_TT_Source);
- окончание трассы OCh-P – коллектор (OCh-P_TT_Sink);
- сетевое соединение OCh-P (OCh-P_NC).

Уровень OCh также содержит следующие функции, связанные с единицей технического обслуживания OCh:

- трассу OCh-O;
- окончание трассы OCh-O – источник (OCh-O_TT_Source);
- окончание трассы OCh-O – коллектор (OCh-O_TT_Sink);
- сетевое соединение OCh-O (OCh-O_NC);
- неинтрузивный контроль OCh-P (NIM OCh-P).

Подробнее о взаимосвязи между матрицей коммутации OCh-O и соответствующей матрицей коммутации канала среды передачи см. раздел 8.4.

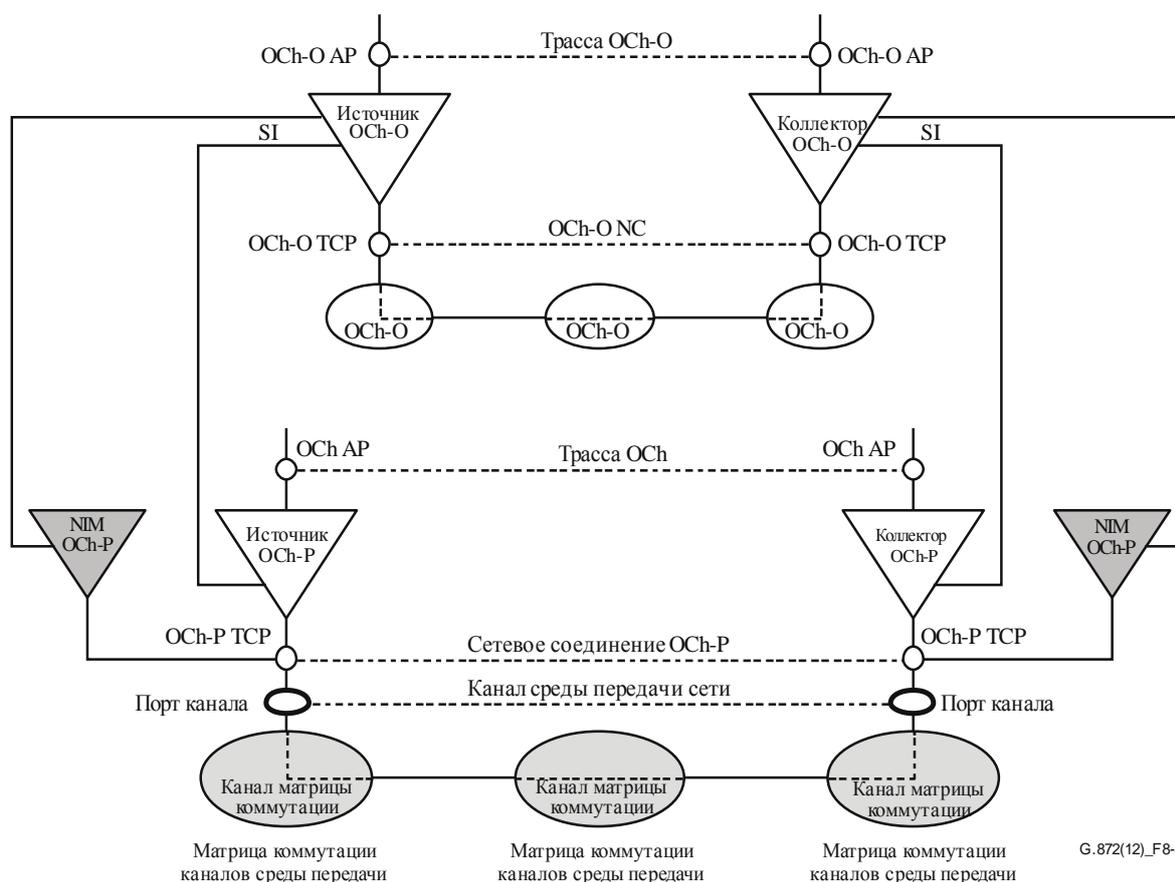


Рисунок 8-3 – Пример уровневой сети OCh

Сигнал издается или завершается в пункте окончания трассы OCh-P. Поток может быть изменен функцией уровневого обработчика, который может быть удален от OCh-P_TT. Это позволяет описать области уровневой сети OCh, как зависящие, так и не зависящие от частоты.

Для создания топологии маршрутов, зависящей от длины волны, можно использовать параметр центральной частоты.

Характеристическая информация OCh-P формально описывается следующим образом:

$$CI(oc) = AI + \{ \langle \text{Центральная частота} \rangle, \langle \text{Набор идентификаторов приложений} \rangle \}.$$

Следует отметить, что AI клиента определяет скорость передачи клиента, и хотя ее можно описать тем или иным параметром, этот параметр будет частью AI клиента, а не параметром уровня OCh.

Таблица 8-1 – Параметры CI OCh-P

Идентификатор приложения	Параметр "идентификатор приложения" содержит набор идентификаторов приложений, поддерживаемых функцией (Примечание)
Центральная частота	Центральная частота излучаемого сигнала. Это номинальная середина оптического диапазона частот, в котором модулируется цифровая информация определенной OCh-P. Рассмотрение спектра OCh-P после процесса модуляции выходит за рамки сферы применения настоящей Рекомендации
ПРИМЕЧАНИЕ. – Идентификатор приложения включает код приложения, определенный в соответствующих Рекомендациях по оптическим системам, а также предусматривает возможность добавления специальных идентификаторов. Идентификатор охватывает все аспекты сигнала, включая упреждающую коррекцию ошибок, скорость передачи данных в бодах и тип модуляции.	

8.1.1 Окончание трассы OCh

В окончании трассы OCh происходят следующие общие процессы:

- обнаружение и индикация дефектов передачи.

Требования, предъявляемые к этим процессам, подробно изложены в разделе 10.2.

Существуют окончания трассы OCh трех типов:

- двунаправленное окончание трассы OCh – состоит из пары совмещенных функций источника и коллектора окончания трассы OCh;
- окончание трассы OCh – источник – принимает в качестве входных данных адаптированную информацию из уровневой сети OTU, вставляет служебную нагрузку окончания трассы OCh в качестве отдельного и обособленного потока логических данных, модулирует ее в оптический сигнал AI и устанавливает собственную центральную частоту, а на выходе выдает характеристическую информацию уровневой сети оптического канала;
- окончание трассы OCh – коллектор – принимает в качестве входных данных характеристическую информацию уровневой сети OCh, демодулирует оптический сигнал⁷ и выдает на выходе адаптированные данные, обрабатывает отдельный и обособленный поток логических данных, содержащий служебную нагрузку окончания трассы OCh⁸.

Процессы окончания трассы OCh поддерживаются следующими функциями:

- OCh-P_TT, обработка сигнала OCh-P;
- NIM OCh-P, контроль оптических параметров сигнала OCh-P;
- OCh-O, обработка неприсоединенной служебной нагрузки трассы OCh.

8.2 Участок оптического мультиплексирования (OMS)

Характеристическая информация на участке оптического мультиплексирования OMS состоит из двух отдельных и обособленных логических сигналов:

- сигнала OMS-P, состоящего из набора *n*-сигналов OCh-P, которые, взятые вместе, имеют определенную совокупную оптическую полосу пропускания;

⁷ Следует отметить, что этот процесс может опираться на информацию, извлеченную функцией адаптации OCh/OTU.

⁸ Следует отметить, что оптический сигнал можно демодулировать и при отсутствии потока данных OAM, но обработка OAM, описанная в разделе 10, будет недоступна.

- потока данных, который представляет собой неприсоединенную служебную нагрузку OMS (OMS-O). Этот поток данных обрабатывается компонентами OMS-O. (OMS-O_TT, функции адаптации OMS-O/OCh-O).

Канал среды передачи OMS представляет связь среды передачи между конечными пунктами OMS-P и представляет собой цепочку из одного или нескольких волоконных линий и нуля или более усилителей.

Элемент неинтрузивного контроля OMS-P (NIM) контролирует общие параметры сигнала OMS-P на входе и выходе единицы технического обслуживания OMS (OMS_ME) и предоставляет информацию, которая передается через неприсоединенную OMS-O.

Сигнал OMS-P собирается комбинацией компонентов фильтров (см. раздел 8.4). Компоненты фильтров и NIM OMS-P логически связаны; вместе с тем они не обязательно физически совмещены⁹ с элементом NIM OMS-P (который контролирует сигнал) или OMS-O (который работает со служебной нагрузкой). То есть NIM OMS и агрегирование или дезагрегирование сигналов OCh-P могут происходить в разных местах. Это означает, что протяженность канала среды передачи OMS может превышать или равняться протяженности OMS_ME, но канал среды передачи OMS не контролируется на всей своей протяженности.

OMS связывает между собой конечные точки OMS_ME.

В пределах OMS OCh может быть распределен (в рабочем режиме) или не распределен (в нерабочем состоянии). Сигнал OCh-P находящегося в рабочем режиме OCh может присутствовать или отсутствовать.

OMS поддерживается следующими функциями (см. рисунок 8-4):

- источник OMS-O (OMS_ME_Source), обрабатывающий неприсоединенную служебную нагрузку OMS_ME;
- коллектор OMS-O (OMS_ME_Sink), обрабатывающий неприсоединенную служебную нагрузку OMS_ME;
- NIM OMS-P, контролирующей оптические параметры сигнала OMS-P.

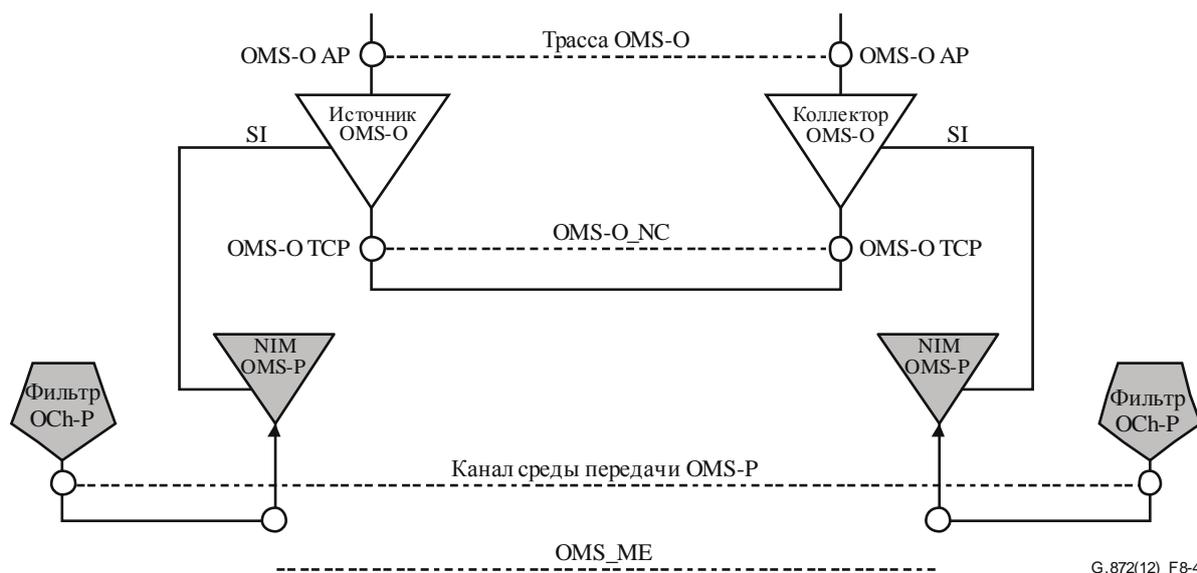


Рисунок 8-4 – Пример OMS

⁹ Совмещенные компоненты находятся в одном и том же элементе сети.

8.2.1 Завершение служебной нагрузки OMS-O

Завершению трассы участка оптического мультиплексирования могут быть приданы следующие общие процессы:

- оценка качества передачи;
- обнаружение и индикация дефектов передачи.

Требования, предъявляемые к этим процессам, подробно изложены в разделе 10.2¹⁰.

Существует три типа завершения трассы участка оптического мультиплексирования:

- двунаправленное завершение OMS-O – состоит из пары совмещенных функций источника и коллектора окончания участка оптического мультиплексирования;
- источник OMS-O_ТТ – принимает входные данные от NIM OMS и генерирует служебную нагрузку OMS. Эта служебная нагрузка может переноситься в коллектор OMS-O_ТТ вне полосы;
- коллектор OMS-O_ТТ – обрабатывает служебную нагрузку OMS и входные данные, поступающие от NIM OMS, и генерирует всю информацию управления OMS.

Следует отметить, что контроль общих параметров осуществляется в совмещенных элементах неинтрузивного контроля OMS-P (на рисунках NIM).

8.2.2 Единицы транспортирования OMS-O

Единственной единицей является трасса OMS-O.

8.3 Участок оптической передачи (OTS)

OTS – это однонаправленный одноволоконный канал, соединяющий точки досягаемости управления. В общем случае это волоконно-оптическая линия между двумя сетевыми элементами, например между усилителями или между усилителем и точкой, в которой осуществляется агрегирование или дезагрегирование сигнала OMS-P. Характеристическая информация OTS состоит из двух отдельных и обособленных логических сигналов:

- потока данных, содержащего сигнал OTS-P с определенной совокупной оптической полосой пропускания. Сигнал OTS-P идентичен переносимому сигналу OMS-P¹¹;
- потока данных, составляющего служебную нагрузку управления/технического обслуживания OTS (OTS-O). Этот поток данных обрабатывается компонентами OTS-O (функции адаптации OTS-O_ТТ, OTS/OMS-O).

Канал среды передачи OTS обеспечивает связь среды передачи между конечными пунктами OTS-P.

Элемент неинтрузивного контроля OTS-P (NIM) контролирует общие параметры сигнала OTS-P на входе и выходе единицы технического обслуживания OTS (OTS_ME) и предоставляет информацию, которая передается через неприсоединенную OTS-O. Следует отметить, что протяженность канала среды передачи OTS может быть больше или равна протяженности OTS_ME, как указано выше для OMS.

OTS связывает между собой конечные пункты OTS_ME.

Физически OTS состоит из следующих сигналов:

- сигнала OTS-P;
- сигнала оптического контрольного канала (OSC), переносящего неприсоединенную служебную нагрузку OCh, OTS и OMS. OSC завершается в конце каждой волоконной линии. Служебная нагрузка OTS обрабатывается, и вся служебная нагрузка OMS направляется к окончанию OMS. Компонент фильтра OSC добавляет OSC к сигналу OMS-P.

¹⁰ Следует отметить, что эти функции отсутствуют, если не поддерживаются функции OAM, описанные в разделе 10.

¹¹ В настоящей Рекомендации мощность сигнала не рассматривается как часть определения сигнала.

Этот набор сигналов называется оптическим транспортным модулем n -го порядка (OTM $_n$).

OTS поддерживается следующими функциями (см. рисунок 8-5):

- источник OTS-O (OTS_ME_Source), обрабатывающий неприсоединенную служебную нагрузку OTS_ME;
- коллектор OTS-O (OTS_ME_Sink), обрабатывающий неприсоединенную служебную нагрузку OTS_ME;
- NIM OTS-P, контролирующий оптические параметры сигнала OTS-P.

Имеются следующие дополнительные функции для поддержки неприсоединенной служебной нагрузки, переносимой по OSC:

- функция адаптации OSC/OTS-O;
- функция окончания OSC;
- фильтр OSC.

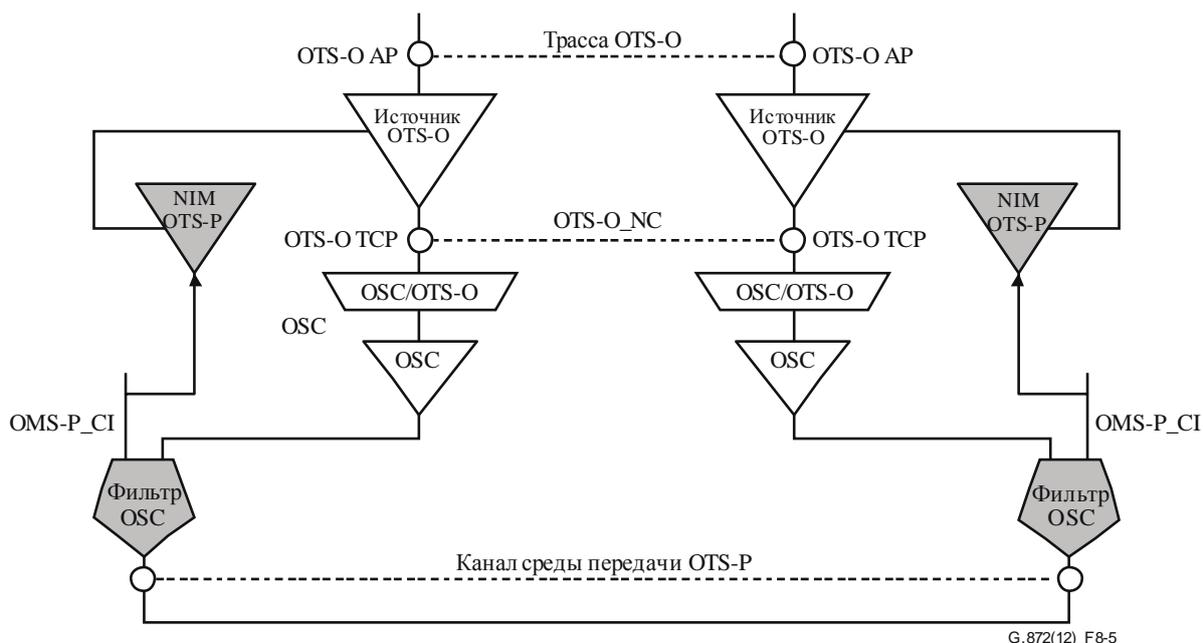


Рисунок 8-5 – Пример OTS

8.3.1 Завершение служебной нагрузки OTS-O

Завершению служебной нагрузки OTS-O (OTS-O_TT) могут быть приданы следующие общие процессы:

- проверка возможности установления соединения; следует отметить, что в случае несоответствия OTS-O_TT должно обеспечивать подавление всех компонентов сигнала OTS-P¹²;
- оценка качества передачи;
- обнаружение и индикация дефектов передачи.

Средства обеспечения этих процессов описаны в разделе 10.2¹³.

Существует три типа завершения трассы участка оптической передачи:

¹² Следует отметить, что это требование можно выполнить с помощью блокирующего коммутатора в различных точках. Размещение коммутатора – вопрос проектирования оборудования.

¹³ Следует отметить, что эти функции отсутствуют, если не поддерживаются функции OAM, описанные в разделе 10.

- двунаправленное завершение трассы OTS-O – состоит из пары совмещенных функций источника и коллектора окончания трассы участка оптической передачи;
- источник OTS-O – принимает входные данные от NIM OTS-P и генерирует служебную нагрузку окончания трассы OTS;
- коллектор OTS-O – принимает данные от NIM OTS-P, обрабатывает служебную нагрузку OTS, содержащуюся в канале оптического контроля, и генерирует всю информацию управления OTS.

Следует отметить, что контроль общих параметров осуществляется в совмещенных элементах NIM OTS-P.

8.3.2 Единицы транспортирования OTS

Отсутствуют.

8.4 Единицы среды передачи

8.4.1 Компонент фильтра

Компонент фильтра моделирует возможность передачи определенной части спектра от одного порта другому. Связь между портами фильтра называется каналом фильтра¹⁴. Канал фильтра определяется портами, которые его ограничивают, и частотным интервалом. Частотный интервал определяется своей номинальной центральной частотой и шириной интервала [ITU-T G.694.1]. В рамках настоящей Рекомендации устройство с фиксированной сеткой характеризуется частотным интервалом (интервалами), который был бы с ним связан, если бы оно было устройством с гибкой сеткой. Частотный интервал (интервалы) некоторых компонентов фильтров (например устройств, поддерживающих гибкую сетку DWDM, определенную в [ITU-T G.694.1]) можно настраивать (с помощью плоскости управления). Характеристики канала фильтра предоставляются системе управления. Компонент фильтра обозначается символом обработчика уровня.

Следует отметить, что компонент фильтра может использоваться для представления цепочки, состоящей из одного или нескольких фильтрующих устройств; в этом случае физический порт одного фильтрующего устройства соединен непосредственно с физическим портом другого фильтрующего устройства. При использовании этого представления вся внутренняя детализация фильтрующих устройств скрыта в одном компоненте фильтра.

Компонент фильтра не обязательно является принадлежностью функций OMS-O. Возможна конфигурация спектра (и, следовательно, компонентов фильтров) без создания единицы технического обслуживания OMS. Напротив, возможна конфигурация источника (или коллектора) OMS_ME без каких-либо связанных с ним компонентов, выполняющих настройку спектра в этой точке.

Фильтрам присваиваются имена, соответствующие их основному назначению по отношению к сигналу в архитектуре. В настоящее время именованные фильтры – это фильтр OCh-P (OCh-P_F), который агрегирует и дезагрегирует сигналы OCh-P, и фильтр OSC (OSC_F), который агрегирует и дезагрегирует сигналы OSC и OTS-P.

8.4.2 Каналы среды передачи

Канал среды передачи – это топологическая структура, которая отражает как трассу в среде передачи, так и ресурс (частотный интервал), который он занимает. Канал среды передачи ограничен портами в элементах среды передачи. Канал среды передачи может охватывать любую комбинацию элементов сети и волоконных линий. Канал среды передачи может быть неспособен поддерживать какой-либо сигнал OCh-P. Размер канала среды передачи определяется его эффективным частотным интервалом, который описывается номинальной центральной частотой и шириной интервала [ITU-T G.694.1]. Эффективная ширина частотного интервала канала среды передачи – это часть частотных интервалов фильтров, расположенных вдоль канала среды передачи, общая для всех частотных интервалов фильтров. Канал среды передачи можно сделать таким, чтобы он переносил несколько сигналов OCh-P. Кроме того, эффективную ширину интервала канала среды передачи можно административно

¹⁴ Канал фильтра – это особый канал среды передачи, который существует только внутри компонента фильтра и имеет определенный частотный интервал.

установить меньшей, чем максимальный интервал, поддерживаемый компонентами фильтра в канале среды передачи. Канал среды передачи можно настроить до решения о том, для каких сигналов OCh-P он будет выделен.

Часть эффективного частотного интервала настроенного канала среды передачи можно распределить другому, более узкому каналу среды передачи, который выходит за рамки первоначально выделенного канала среды передачи. При таком последовательном распределении не создается иерархии каналов среды передачи или сигналов OCh-P, которые они могут переносить.

Единственным компонентом, определяющим частотный интервал, является фильтр (раздел 8.4.1).

Сквозной канал, выделенный для транспортирования одного сигнала OCh-P, называется сетевым каналом среды передачи и поддерживает одно сетевое соединение OCh-P. Эффективная ширина интервала сетевого канала среды передачи должна быть достаточной для размещения максимальной спектральной амплитуды сигнала OCh-P, который он должен поддерживать. Номинальная центральная частота сетевого канала среды передачи должна быть такой же, как центральная частота поддерживаемого им сигнала OCh-P. Это позволяет соединить порты сетевого канала среды передачи с точками подключения сетевого соединения OCh-P.

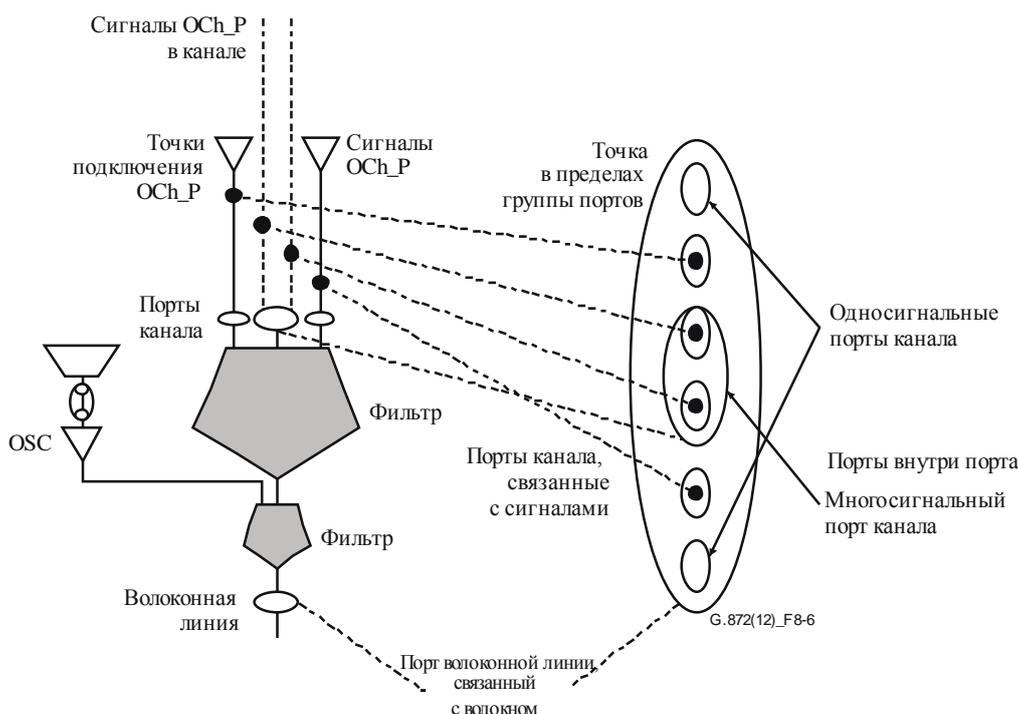


Рисунок 8-6 – Компоненты фильтра, порты и точки

На рисунке 8-6 показано соотношение между точками сигналов, порты элементов среды передачи и схема управления единицами в конечной точке волоконной линии. Порты соответствуют каналам, распределенным системой управления и настроенным компонентом фильтра. Точки соответствуют опорным точкам сигналов OCh-P, переносимых по каналам среды передачи. Следует отметить, что кажущееся отношение вложенности каналов среды передачи на самом деле указывает на зависимость от распределения. Иерархии каналов среды передачи и переносимых сигналов не создается.

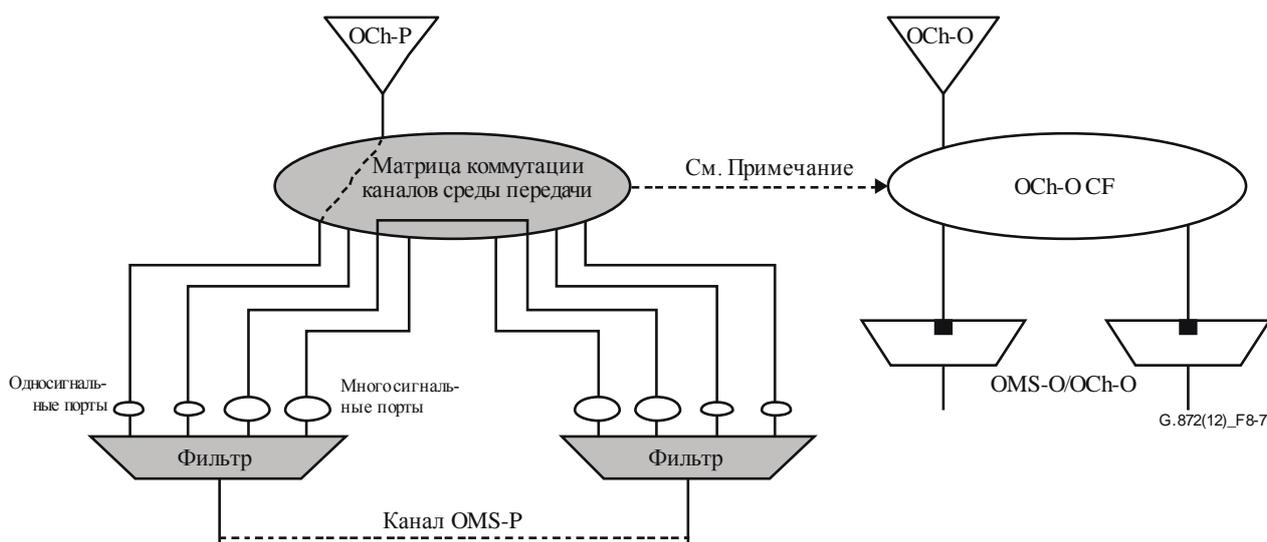
8.4.3 Матрица коммутации каналов среды передачи

Матрица коммутации каналов среды передачи обеспечивает гибкую возможность установления соединения для каналов среды передачи. Она представляет собой точку гибкости, в которой можно создавать и разрывать соотношения между портами среды передачи на границе матрицы коммутации каналов среды передачи. Соотношение между этими портами называется каналом матрицы коммутации. Следует отметить, что сетевой элемент может содержать несколько матриц коммутации среды передачи и фильтров, которые вместе определяют наблюдаемое поведение данного элемента сети.

Как указано в разделе 8.4.2, эффективный частотный интервал канала среды передачи, связанного с портом матрицы коммутации, может поддерживать несколько сигналов OCh-P. Следовательно, через канал матрицы коммутации можно передавать несколько сигналов OCh-P, и это оказывает существенное влияние на передачу информации OAM.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Хотя матрица коммутации и фильтр поддерживают аналогичные соотношения с портами, ни то ни другое не моделируется конкретными физическими устройствами. Фильтр позволяет настраивать частотный интервал канала фильтра между фиксированными портами, а матрица коммутации позволяет налаживать связи между портами. Функции матрицы коммутации, фильтра или и того и другого можно реализовать с помощью физических устройств одного типа. Способ реализации зависит от конструктора оборудования.

Передача информации OAM, переносимой в рамках неприсоединенной служебной нагрузки, моделируется матрицей коммутации OCh-O. Точки подключения на матрице коммутации OCh-O соответствуют точкам подключения сигналов OCh-P, проходящих через матрицу коммутации канала среды передачи, а поток информации OAM должен проходить по каналу матрицы коммутации, настроенному в матрице коммутации каналов среды передачи.



ПРИМЕЧАНИЕ. – Функция соединения OCh-O должна быть настроена таким образом, чтобы возможность установления соединения OCh-O соответствовала возможности установления соединения сигнала OCh-P, которая обеспечивается матрицей коммутации каналов среды передачи.

Рисунок 8-7 – Матрица коммутации канала среды передачи и коммутация OAM

8.5 Отношения клиент/сервер

Структура OTC показана на рисунке 8-1.

8.5.1 Адаптация OCh/OTU

Функция двунаправленной адаптации OCh/OTU (OCh/OTU_A) выполняется совмещенной парой функций адаптации источника и коллектора OCh/OTU.

Источник адаптации OCh/OTU (OCh/OTU_A_So) выполняет между своим входом и выходом следующие процессы:

- всю обработку, необходимую для формирования непрерывного потока данных, который можно модулировать поверх оптического сигнала. Фактически необходимые процессы зависят от конкретной реализации клиента/сервера. Дополнительной функцией является упреждающая коррекция ошибок.

Коллектор адаптации OCh/OTU (OCh/OTU_A_Sk) выполняет между своим входом и выходом следующие процессы:

- восстановление сигнала OTU из непрерывного потока данных. Фактические процессы зависят от конкретной реализации отношения клиент/сервер. Факультативной функцией является упреждающая коррекция ошибок (FEC)¹⁵.

8.5.2 Адаптация OMS-O/OCh-O

Функция двунаправленной адаптации OMS-O/OCh-O (OMS-O/OCh-O_A) выполняется совмещенной парой функций адаптации источника и коллектора OMS-O/OCh-O.

Источник адаптации OMS-O/OCh-O (OMS-O/OCh-O_A_So) выполняет между своими входом и выходом следующие процессы:

- генерирование сигналов управления/обслуживания, как описано в разделе 10.2.

Коллектор адаптации OMS-O/OCh-O (OMS-O/OCh-O_A_Sk) выполняет между своими входом и выходом следующие процессы:

- завершение сигналов управления/обслуживания, как описано в разделе 10.2.

Обе функции адаптации обрабатывают ту часть информации контрольного канала, которая не обрабатывается функцией OTS O_TT.

8.5.3 Адаптация OTS-O/OMS-O

Функция двунаправленной адаптации OTS-O/OMS-O (OTS-O/OMS-O_A) выполняется совмещенной парой функций адаптации источника и коллектора OTS-O/OMS-O.

Источник адаптации OTS-O/OMS-O (OTS-O/OMS-O_A_So) выполняет между своими входом и выходом следующий процесс:

- генерирование сигналов управления/обслуживания, как описано в разделе 10.2.

Эта функция адаптации обрабатывает ту часть информации контрольного канала, которая не обрабатывается функцией OTS-O_TT. То же справедливо и для функции адаптации коллектора.

Коллектор адаптации OTS-O/OMS-O (OTS-O/OMS-O_A_Sk) выполняет между своими входом и выходом следующий процесс:

- завершение сигналов управления/обслуживания, как описано в разделе 10.2.

8.5.4 Фильтр OCh-P

Двунаправленный фильтр OCh-P состоит из совмещенной пары фильтров OCh-P – источника и коллектора.

Фильтр OCh-P – источник (OCh-P_F_So) моделирует:

- агрегирование оптического канала для формирования оптического мультиплексирования.

Фильтр OCh-P – коллектор (OCh-P_F_Sk) выполняет между своими входом и выходом следующий процесс:

- дезагрегирование оптического канала¹⁶ в соответствии с центральной частотой.

OCh-P_F_So и OCh-P_F_Sk реализуются посредством одного или нескольких компонентов фильтров. Эти компоненты фильтров не обязательно совмещены.

8.5.5 Фильтр OSC

Функция двунаправленного фильтра OSC (OSC_F) выполняется совмещенной парой фильтров OSC – источника и коллектора.

Фильтр OSC – источник (OSC_F_So) выполняет:

- агрегирование OSC и OTS-P.

¹⁵ Некоторые из этих процессов могут опираться на информацию, извлеченную из модулированного оптического сигнала функцией коллектора окончания трассы OCh.

¹⁶ Следует отметить, что эта функция может также обеспечиваться когерентным коллектором.

Фильтр OSC – коллектор (OSC_F_Sk) выполняет:

- дезагрегирование OSC и OTS-P.

9 Топология ОТС

Уровни оптической транспортной сети могут поддерживать однонаправленные и двунаправленные соединения пункта с пунктом и однонаправленные соединения пункта со многими пунктами.

Классы топологических компонентов состоят из групп доступа, линий, переходных линий, подсетей и матриц коммутации. Все экземпляры компонентов далее характеризуются параметрами. Каналы среды передачи всех видов, а также источники и коллекторы оптических каналов характеризуются главным образом своими частотными интервалами. ODU определяются своим порядком (*k...*). Работа цифровых уровней не носит специального характера и не требует дальнейшего описания в настоящей Рекомендации.

Топология сначала выражается в виде графа, на котором матрицы коммутации отображаются вершинами, а линии – ребрами. Параметры, которыми различаются экземпляры топологических компонентов, присоединяются к графу в виде семантики ребер и образуются области графа с идентичной семантикой ребер. Переходные линии изображаются как ребра, соединяющие области с разной семантикой ребер, и служат физическим средством преобразования между этими областями.

Исходная сетевая топология уровня среды передачи включает все имеющиеся ресурсы. Из исходной сетевой топологии выводится экземпляр топологии путем назначения каждому компоненту топологии конкретных параметров. Из графа исходной топологии исключаются любые линии связи, не поддерживающие выбранные значения параметров. Аналогичным образом исключаются любые недоступные матрицы коммутации. Результирующая топология отражает доступные подключаемые ресурсы.

Например, выбор частотного интервала и идентификатора приложения для конкретного OCh-P приведет к исключению из графа исходной топологии всех ресурсов, работающих на других частотах. Результирующая топология отражает имеющиеся подключаемые ресурсы для выбранного частотного интервала. Определение того, будет ли трасса в этой ограниченной топологии фактически поддерживать связь между источником и коллектором, не входит в сферу применения настоящей Рекомендации.

9.1 Однонаправленные и двунаправленные соединения

Двунаправленное соединение в уровне сервера может поддерживать двунаправленные или однонаправленные соединения в клиентских уровневых сетях, а однонаправленная уровневая сеть сервера может поддерживать только однонаправленных клиентов.

Двунаправленная OCh-P может поддерживаться одной волоконно-оптической линией в обоих направлениях (работа по одной волоконной линии) или же каждое направление может поддерживаться разными волоконными линиями (работа по двум волоконным линиям). При работе по одной волоконной линии двунаправленное соединение OCh-P реализуется парой однонаправленных каналов среды передачи, использующих разные частотные интервалы по одной и той же волоконной линии. Для работы по двум волоконным линиям двунаправленное соединение OCh-P поддерживается двумя однонаправленными каналами среды передачи – по одному на каждую волоконную линию, которые могут использовать одни и те же частотные интервалы.

Эксплуатация, администрирование и техническое обслуживание, а также передача служебной нагрузки при работе по одной волоконной линии в настоящей Рекомендации в данное время не рассматриваются.

9.2 Каналы среды передачи для связи пункта со многими пунктами

Однонаправленный канал среды передачи для связи пункта со многими пунктами служит для передачи трафика от источника к нескольким коллекторам. Это показано на рисунке 9-1, где связь пункта со многими пунктами обеспечивается в канале среды передачи посредством пункта соединения со многими пунктами среды передачи. Это опорный пункт, который связывает порт с набором каналов среды передачи. Он представляет собой корень многопунктового канала среды

передачи. Многопунктовое соединение ограничено однонаправленными вещательными многопунктовыми каналами среды передачи в сетях среды передачи. Канал среды передачи этого типа может использоваться уровневой сетью оптических каналов.

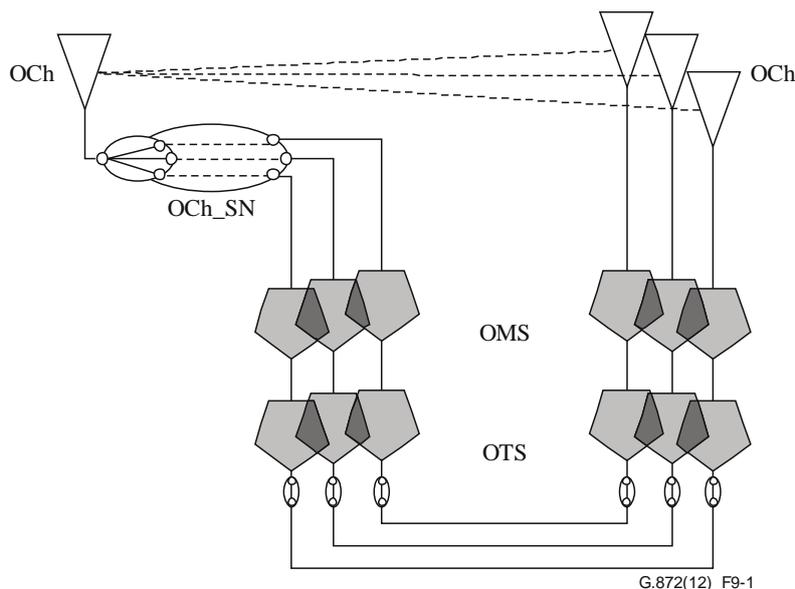


Рисунок 9-1 – Соединение оптических каналов для связи пункта со многими пунктами

10 Управление ОТС

В настоящем разделе содержится описание функций управления оптической транспортной сетью. В частности, в нем описаны общие требования к управлению отказами, показателями качества и конфигурацией.

ОТС состоит из комплекса цифровых уровней (клиентов уровня оптических каналов) и уровня оптических каналов. Уровень оптических каналов поддерживается единицами управления спектром (каналы среды передачи) и единицами технического обслуживания (OMS и OTS).

С точки зрения контроля канал среды передачи пассивен и не содержит активных компонентов. Все цифровые клиентские уровни содержат активные OAM, которые могут сообщать о состоянии уровня, и их можно использовать для определения состояния сервера. В нижеследующем описании цифровые процессы в служебной нагрузке OTU главным образом осуществляют контроль OCh. Так как OTU имеет взаимно однозначное соответствие с OCh, это обеспечивает точную оценку отслеживаемых параметров OCh. Единицы OMS и OTS обеспечивают техническое обслуживание каналов среды передачи.

Необходимые процессы управления в каждой единице описаны в разделе 10.2. Там же описаны методы контроля соединения.

10.1 Общие требования

10.1.1 Общее управление отказами, конфигурацией и показателями качества

ОТС обеспечивает поддержку управления отказами, конфигурацией и показателями качества по всей сети, а также внутри и между административными границами.

В случае неверного соединения она должна обеспечивать средства обнаружения и оповещения.

ОТС должна предоставлять средства:

- для обеспечения взаимосвязи между единицами транспортных сетей, содержащих совместимые адаптированные или характеристические данные;

- для обнаружения отказов, их локализации и по возможности инициирования действий по восстановлению. ОТС должна обеспечивать средства для одностороннего технического обслуживания.

В случае прерывания сигнала на уровне сервера должны уведомляться сетевые объекты, расположенные выше и ниже уровня сервера.

ОТС должна быть в состоянии обнаруживать ухудшение показателей качества во избежание отказов и проверять качество обслуживания.

10.1.2 Общая связь управления

ОТС должна поддерживать связь между:

- персоналом на удаленных объектах;
- оптическими участками и удаленными элементами сети;
- служебными терминалами и локальными или удаленными NE.

Эти формы связи также могут поддерживаться вне оптической транспортной сети.

10.1.3 Общее управление взаимодействием клиент/сервер

ОТС должна обнаруживать и сообщать об отсутствии сигнала на уровне клиента.

Во избежание ненужных, неэффективных или вредных для живучести сети действий требуются стратегии эскалации (например, введение интервалов времени удержания и методов блокировки аварийного предупреждения):

- в пределах одного уровня;
- между уровнями сервера и клиента.

10.2 Требования к управлению сетью ОТС

В настоящем разделе определены и подробно описаны требования к возможностям управления по отношению к ODU, OTU, OCh, OMS и OTS.

10.2.1 Контроль соединения

Это требование к управлению для обеспечения контроля целостности сетевых соединений, которые поддерживают трассы в любой уровневой сети. Соединение линий, поддерживаемое серверной уровневой сетью, контролируется посредством контроля непрерывности. Соединения подсети, устанавливаемые в результате гибкой связи пунктов подключения в пределах подсети, контролируются средствами контроля возможности установления соединений. В конкретном случае, когда изменить структуру сетевых соединений между завершениями трасс группы источников OCh и группы коллекторов OCh невозможно, контроль возможности установления соединения не требуется.

Контроль непрерывности

Контроль непрерывности – это комплекс процессов контроля непрерывности трассы.

Для контроля непрерывности используется следующий процесс:

- обнаружение потери непрерывности (LOC).

В общем случае информация о потере непрерывности линии на уровне сервера передается на уровень клиента посредством той или иной формы индикации потери сигнала сервера. Каналы среды передачи, контролируемые объектом технического обслуживания OTS, пассивны, поэтому окончание трассы OTS-O не получает сигнала об отказе сервера. Для обнаружения отказов в физической оптической среде передачи окончание трассы OTS-O опирается на NIM OTS-P.

К отказам оптической сети относятся как разрывы волоконных линий, так и отказы оборудования. Отказы оборудования как таковые обнаруживаются средствами контроля оборудования, которые сигнализируют о таких отказах.

В отношении уровня сети наиболее важным сценарием отказа является случай разрыва волоконной линии. После разрыва волоконной линии может наблюдаться потеря совокупного сигнала на первом

из расположенных ниже NIM OTS-P, и соответствующий коллектор завершения трассы OTS-O укажет на это. Совокупный сигнал состоит из объединенных сигналов OTS-P и OSC. Ввиду этого потеря совокупного сигнала ведет к потере непрерывности OTS-P. Впоследствии информация об обнаружении потери сигнала OTS-P будет передана на уровень клиента. Следует отметить, что сама по себе потеря непрерывности OSC не приводит к последующим действиям с сигналом клиента. В целом тот же подход следует принимать в любой уровневой сети с независимыми механизмами обнаружения отказов для полезной нагрузки и служебной нагрузки.

В OTS_ME отказ оптического компонента может привести к потере сигналов OCh-P, но не к потере оптического контрольного канала. Информация о потере сигнала сервера будет передана в OMS_ME, что вызовет обратный сигнал об отказе внутри OTS_ME с теми же последующими действиями, что и в случае разрыва волоконной линии.

Потеря сигнала сервера, обнаруженная коллектором окончания трассы OMS-O, в свою очередь приведет к потере сигнала сервера в направлении коллектора OCh-O. В источнике адаптации OMS-O потеря сигнала сервера приведет к передаче информации о дефекте соответствующих сигналов OCh-P. Вполне возможно, что NIM OMS обнаружит потерю непрерывности сигнала OMS-P без передачи информации о потере сигнала сервера функцией завершения трассы OTS-O. Последующие действия будут теми же, что и в случае потери сигнала сервера.

Потеря сигнала сервера, обнаруженная коллектором окончания трассы OCh-O, в свою очередь приведет к потере сигнала сервера в направлении уровня клиента. Способ обработки потери сигнала сервера в источнике адаптации OCh зависит от конкретного клиента. Вполне вероятно, что коллектор окончания трассы OCh-P обнаружит потерю непрерывности трассы OCh-P, а потеря непрерывности трассы OTS-O или OMS-O обнаружена не будет. Последующие действия будут теми же, что и в случае потери сигнала сервера.

Следует отметить, что условия отказа в пределах OTC и/или неиспользуемых (не включенных) соединений уровня OCh могут привести к отсутствию оптической полезной нагрузки в расположенных ниже трассах уровня сервера (например, разрыв волоконного канала на входе оптического усилителя приводит к отсутствию каналов на выходе усилителя оптической линии). Это не должно приводить к потере непрерывности такой трассы (например, к потере каналов на последующих завершениях трассы OTS-O в приведенном выше примере). Для этого должна использоваться соответствующая сигнализация технического обслуживания.

Контроль возможности установления соединения

Контроль возможности установления соединения – это набор процессов контроля целостности маршрутов соединений между источниками и коллекторами в завершениях трасс.

Контроль возможности установления соединения необходим для подтверждения правильности маршрутизации соединений между источниками и коллекторами в завершениях трасс в процессе установления соединения. Кроме того, контроль возможности установления соединения необходим для гарантии сохранения непрерывности возможности установления соединения, пока соединение активно.

Для контроля возможности установления соединения используется следующий процесс:

- идентификация трассы маршрута (TTI).

TTI необходима для гарантии того, что сигнал, полученный в завершении трассы – коллекторе, исходит из предполагаемого завершения трассы – источника. Устанавливаются следующие требования:

 - TTI необходима в OTS_ME для гарантии правильности кабельного соединения;
 - в OMS_ME TTI не требуется, так как между OTS_ME и OMS_ME нет взаимно однозначного соответствия, то есть возможность установления соединения среды передачи в OMS_ME фиксированна; следовательно, канал OMS-P уже охвачен TTI OTS-O. Гибкая возможность установления соединения в канале OMS-P не предусматривается. На уровне OCh-P TTI не требуется, поскольку между трассой OCh-P и трассой OTU нет взаимно однозначного соответствия;
 - TTI необходима на уровне OTU для гарантии правильности соединений OCh;
 - TTI необходима на уровне ODU для гарантии правильности соединений уровня ODU.

Обнаружение дефектов возможности установления соединения ведет к тем же последующим действиям, что и описанные выше действия при обнаружении потери непрерывности возможности установления соединения для передачи характеристической информации.

Информация технического обслуживания

Информация технического обслуживания – это набор процессов, необходимых для сообщения о дефектах соединения, входящего в состав трассы. В двунаправленной трассе сообщения о дефектах передаются в обоих направлениях.

Для информации технического обслуживания определены четыре процесса:

- упреждающая коррекция ошибок (FDI) и сигнал индикации аварийного состояния (AIS);
- индикация дефекта в обратном направлении (BDI);
- индикация ошибки в обратном направлении (BEI);
- индикация обрыва соединения (OCI).

Эти процессы позволяют локализовать дефект и выполнить одностороннее техническое обслуживание.

FDI/AIS используются для сообщения по линии вниз о том, что на линии вверх обнаружена неисправность. Это позволяет исключить излишние сообщения об отказах, вызванные дефектом.

BDI и BEI сигнализируют о состоянии трассы в завершении трассы – коллекторе удаленному завершению трассы – коллектору. BDI и BEI поддерживают требования в реальном времени двунаправленного контроля показателей качества.

FDI/AIS могут применяться на уровнях ODU, OTU, OCh и OMS.

BDI может применяться на уровнях ODU, OTU, OMS и OTS.

BEI может применяться на уровнях ODU и OTU.

OCI может применяться на уровне ODU.

10.2.2 Контроль качества сигнала

Контроль качества сигнала – это комплекс процессов контроля показателей качества соединения, поддерживающего трассу.

Контроль качества сигнала необходим для определения показателей качества соединения. В число общих процессов входят измерение, сбор, фильтрация и обработка параметров. В отношении управления на уровне сети контроль качества сигнала необходим для управления каналами управления и мультиплексированными каналами.

На уровнях ODU и OTU применяется контроль качества сигнала посредством VIP-8.

10.2.3 Управление адаптацией

Управление адаптацией – это комплекс процессов управления адаптацией уровнейой сети клиента к уровнейой сети сервера и наоборот.

Для управления адаптацией в ОТС определен следующий процесс:

- определение типа полезной нагрузки (PTI).

Этот процесс необходим для гарантии того, что при установке соединения соответствующим функциям адаптации ODU/клиент источника и коллектора назначается уровень клиента. Несоответствие идентификаторов типа полезной нагрузки, обнаруженное в функциях адаптации источника или коллектора, указывает на неправильное назначение или изменение функции адаптации ODU/уровень клиента на уровне сервера клиент-ODU. Функция адаптации ODU/уровень клиента может содержать специфические процессы контроля для конкретного клиента. Определение этих процессов выходит за рамки сферы применения настоящей Рекомендации.

Процесс PTI применяется только на уровне ODU.

10.2.4 Управление защитой

Управление защитой – это информация и комплекс процессов, обеспечивающие управление защитным переключением соединения трассы или подсети. Управление защитным переключением основано на локальных критериях, определяемых функцией контроля соединений трассы или подсети, а также TMN/OS. Кроме того, в зависимости от архитектуры защитного переключения возможно управление из удаленного элемента сети с использованием протокола автоматического защитного переключения (APS).

Процессы защиты применимы на уровнях ODU, OCh и OMS (как указано в [ITU-T G.798] и в Рекомендациях МСЭ-Т серии G.873.x). Следует отметить, что к защите OMS относится переключение канала OMS-P в результате сигналов, полученных завершением трассы OMS-O.

10.2.5 Контроль соединений подсетей, тандемных соединений и неиспользуемых соединений

Для уровня ODU требуется контроль соединений подсетей, тандемных соединений и неиспользуемых соединений. Методы контроля соединений и их приложения перечислены в разделах 10.3 и 10.4.

10.2.6 Сообщения управления

Общие сообщения управления, не связанные с конкретным уровнем ОТС, переносятся по сети передачи данных, как указано в [ITU-T G.7712].

10.3 Методы контроля соединения

Контроль соединения – это процесс контроля целостности того или иного данного соединения на цифровых уровнях ОТС. Целостность можно проверить средствами обнаружения и индикации возможности установления соединения, а также средствами обнаружения ухудшения показателей качества передачи для того или иного данного соединения. В [ITU-T G.805] определены методы контроля соединений четырех типов:

- внутренний контроль;
- неинтрузивный контроль;
- интрузивный контроль;
- контроль подуровня.

Неинтрузивный контроль соединений OCh-P обеспечивается средствами контроля цифровой информации OTU.

10.4 Приложения контроля соединений

10.4.1 Контроль неиспользуемых соединений

Механизмы контроля неиспользуемых соединений канала среды передачи отсутствуют, так что любая такая информация должна поступать из административных процессов на уровне элемента сети. Чтобы обнаружить непреднамеренное разединение матрицы коммутации канала среды передачи, служебная нагрузка OMS-O должна содержать информацию, указывающую, занят ли интервал (идентификатор структуры мультиплексирования OMS (MSI)). Это позволяет находящемуся ниже элементу сети подать сигнал тревоги в случае неожиданного устойчивого изменения состояния выделения интервала.

Та же ситуация имеет место на уровне ODU, так что служебная нагрузка ODU должна указывать, занят ли компонентный интервал ODU (MSI ODU). Подробнее см. в [ITU-T G.798].

10.4.2 Контроль соединения

Предполагаемая роль контроля соединения – показать, какая часть соединения требует контроля отдельно от других частей соединения.

Контроль соединения OCh-P может применяться:

- к сетевому соединению, устанавливающему трассу в уровневой сети; этот контроль осуществляется средствами OCh-P и OTU;

- к любому соединению подсети (путем неинтрузивного контроля OCh-P/OTU).

Контроль соединения ODU может применяться:

- к сетевому соединению, устанавливающему трассу в уровневой сети;
- к любому соединению подсети, устанавливающему служебное тандемное соединение в административном домене оператора;
- к любому тандемному или линейному соединению, устанавливающему услугу, запрашивающую тандемное соединение в административном домене оператора или тандемное соединение в защищенном домене;
- к любому линейному соединению (посредством OTU) для обнаружения отказов и ухудшения показателей качества в целях технического обслуживания сети.

Контроль соединений ODU может быть установлен для нескольких вложенных соединений вплоть до максимального уровня, определяемого соответствующими реализациями Рекомендациями (например [ITU-T G.709]). Количество уровней контроля соединений, которые может использовать каждый оператор/пользователь, участвующий в соединении ODU, должно согласовываться этими операторами и пользователями.

11 Методы обеспечения живучести ОТС

Методы обеспечения живучести описаны в серии Рекомендаций МСЭ-Т G.873.x.

11.1 Методы защиты

Приложение защиты использует предварительно выделенный диапазон между узлами. Простейшая архитектура содержит один рабочий диапазон и один диапазон защиты (1 + 1); наиболее сложная архитектура содержит n рабочих диапазонов и m диапазонов защиты ($m : n$).

Однонаправленная защита определяется как метод защиты с переключением, когда в случае отказа в одном направлении переключается только это направление трафика. При двунаправленной защите в случае отказа в одном направлении переключаются оба направления трафика.

В настоящее время поддерживается архитектура защиты трех типов: защита трассы, защита соединения подсети (SNC) и совместная кольцевая защита (SRP):

- защита OMS-P ME, см. [ITU-T G.798]. Следует отметить, что защита OMS_ME включает защиту как сигнала OMS-P, так и служебной нагрузки OMS-O;
- защита SNC OCh, см. [ITU-T G.798]. Следует отметить, что трасса OCh включает как сигнал OCh-P, так и служебную нагрузку OCh-O. Оба эти сигнала должны быть защищены в пределах SNC OCh;
- защита SNC ODU, см. [ITU-T G.873.1];
- SRP ODU, см [ITU-T G.873.2].

11.2 Восстановление сети

Функция восстановления оптической транспортной сети способна восстанавливать соединения OCh-P или ODU. В целом алгоритмы, используемые для восстановления, предусматривают изменение маршрутов. Стратегия изменения маршрутов не зависит от технологии и, таким образом, выходит за рамки сферы применения настоящей Рекомендации. См. также [ITU-T G.8080].

12 Подразделение ОТС

ОТС подразделяется на административные домены и может подразделяться на домены поставщиков и т. п. Домен может далее подразделяться на более мелкие части.

12.1 Деление на домены с использованием метода "черного звена"

В [ITU-T G.698.1] и [ITU-T G.698.2] описан метод "черного звена". В настоящей Рекомендации применяется способ составления спецификации с использованием метода "черного звена", что означает, что параметры оптического интерфейса заданы только для оптических трибутарных

(одноканальных) сигналов. Представлены дополнительные спецификации для таких параметров "черного звена", как остаточная хроматическая дисперсия, неравномерность и поляризационная модовая дисперсия. Этот метод обеспечивает возможность поперечной совместимости в одноканальной точке с использованием прямой конфигурации мультиплексирования по длине волны. В то же время он не обеспечивает поперечной совместимости в многоканальных точках. Совместимость тракта среды передачи, передатчика и приемника определяется комплексом кодов приложений.

Метод "черного звена" можно использовать для установления сетевого соединения OCh между парой источник/коллектор OCh. Сетевое соединение OCh поддерживается сетевым каналом среды передачи, который завершается источником OCh-P и коллектором OCh-P, причем каждый из этих компонентов может предоставляться разными поставщиками, но все они должны находиться в пределах домена одного оператора сети. Метод "черного звена" используется для управления оптическими дефектами; он не имеет непосредственной связи с делением ОТС на домены.

Метод "черного звена" обеспечивает маршрут в среде передачи, предварительно сертифицированный для конкретного OCh, и его единственным клиентом является внутридоменный OCh. "Черное звено" оканчивается завершением OCh-P (что делает его маршрутом, по которому переносится сетевое соединение OCh) и не имеет внутренней структуры, видимой из того или другого завершения. Завершениями можно управлять из иного домена технического обслуживания, чем домен, управляющий маршрутом через сеть. См. рисунок 12-1.

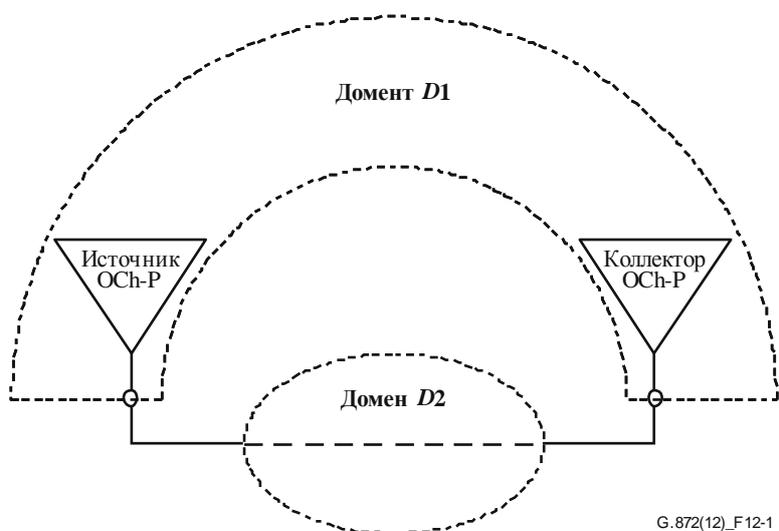


Рисунок 12-1 – "Черное звено"

Домены считаются непересекающимися в отношении OAM (то есть их системы поддержки операций не взаимодействуют друг с другом). Конечные пункты группы единицы технического обслуживания OMS на границе домена D2 могут обеспечивать OAM поставщику каналов среды передачи сети, но соединения между D1 и D2 не охватываются. Кроме того, следует отметить, что домен D1 не обеспечивает видимость вглубь структуры каналов среды передачи сети и не может строить новые каналы среды передачи сети, используя метод "черного звена" для управления оптическими дефектами. Интерфейсы между доменами D1 и D2 не совместимы с ОТС. Они не указаны в [ITU-T G.709] и возможности управления сигнализацией, обнаружения отказов и локализации отказов для трассы OCh, описанные в разделе 10, не поддерживаются.

Пример сети с использованием метода "черного звена" см. в Дополнении III.

Дополнение I

Примеры многодоменных приложений ОТС

(Данное Дополнение не является неотъемлемой частью настоящей Рекомендации.)

В настоящем Дополнении приведены примеры многодоменных приложений ОТС.

Рисунок I.1 иллюстрирует случай соединения двух отдельных доменов (домен A) через другой домен (домен B). Домен A запросил услугу ODU_i у домена B. С позиции домена A эта услуга ODU_i представляет собой ODU_i высокого порядка, переносящий несколько сигналов ODU_k более низкого порядка. С позиции домена B эта же услуга ODU_i представляет собой ODU_i низкого порядка, конечные пункты которого находятся за пределами домена B. Внутри сети домена B ODU_i низкого порядка переносится через ODU_j высокого порядка.

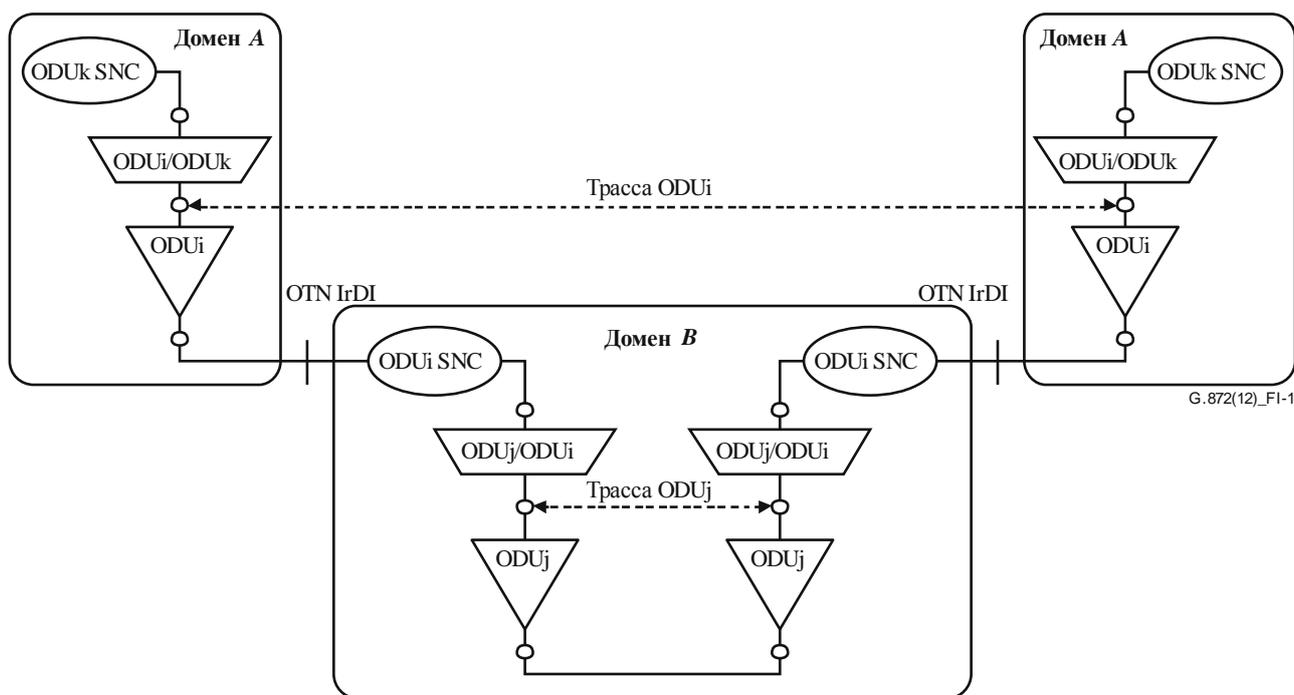


Рисунок I.1 – Сценарий 1 многодоменной ОТС

Рисунок I.2 иллюстрирует случай с дополнительной функцией TCM.

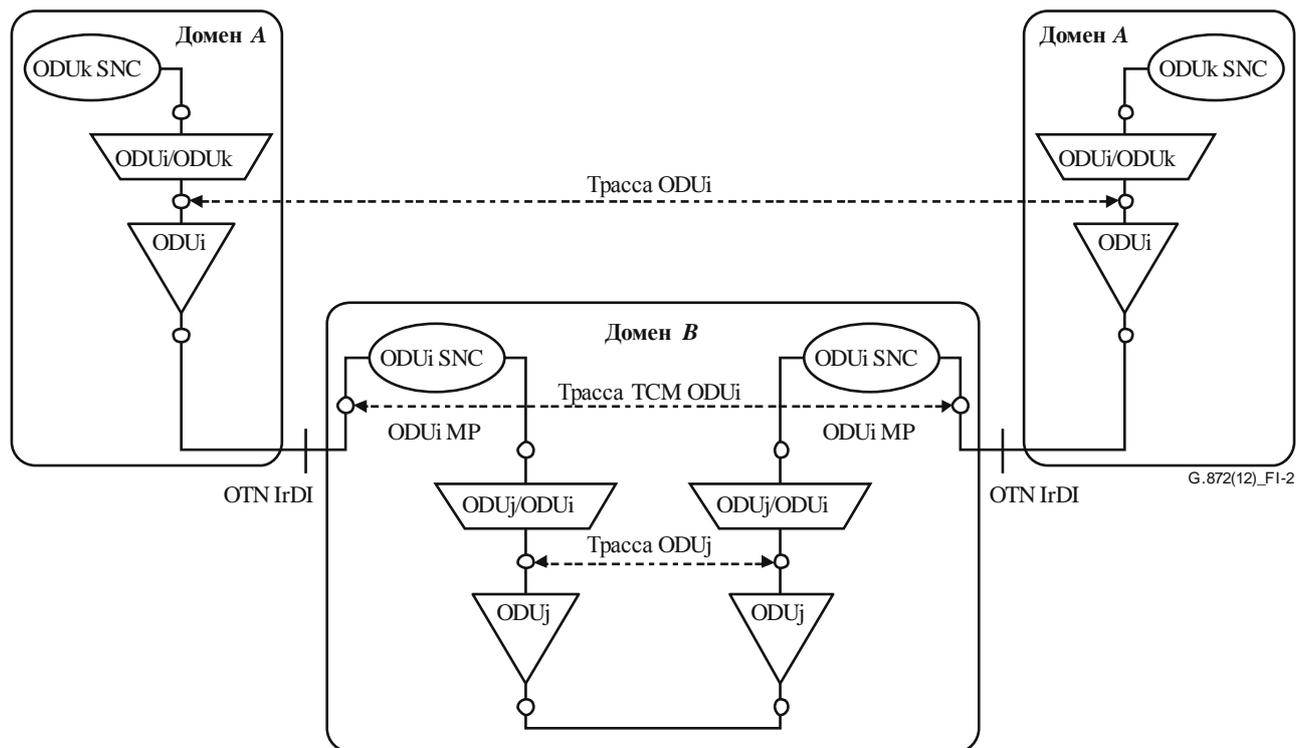


Рисунок I.2 – Сценарий 2 многодоменной OTN

Рисунок I.3 иллюстрирует случай, когда сервер ODUi домена А переносится в качестве клиента ODUj в домене В непосредственно поверх OTUj в домене В.

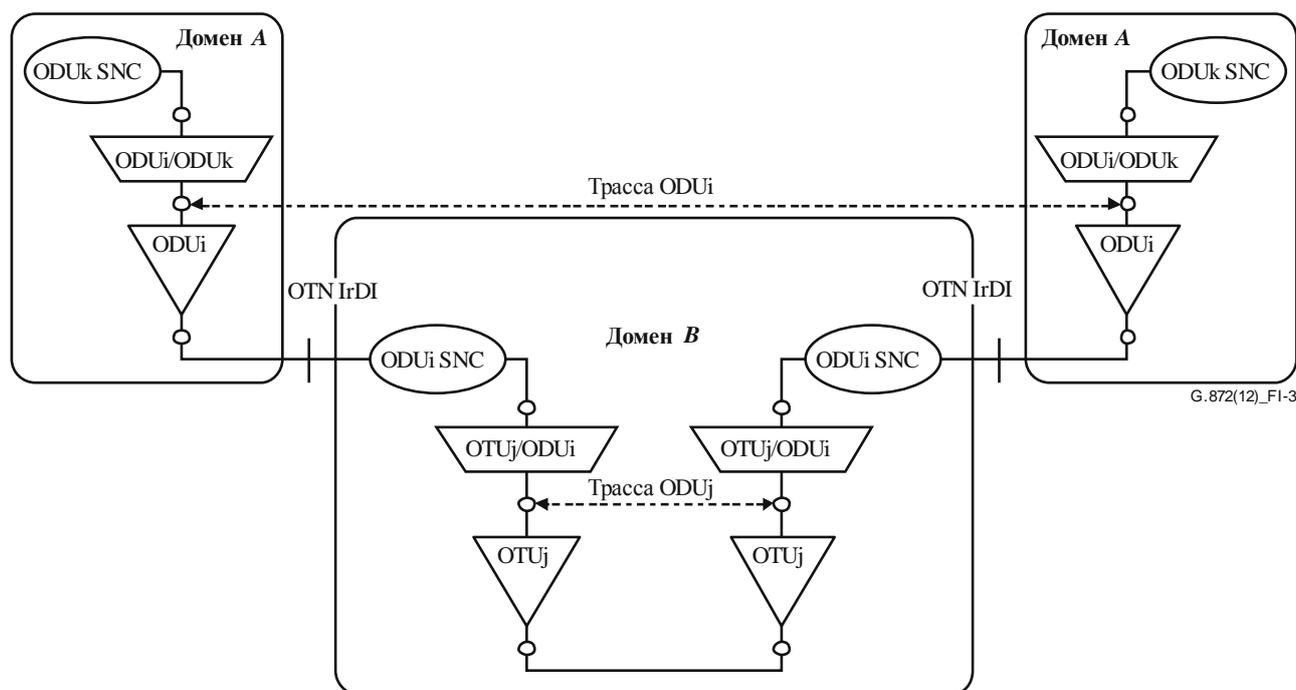


Рисунок I.3 – Сценарий 3 многодоменной OTN

Дополнение II

Создание соединений оптических каналов

(Данное Дополнение не является неотъемлемой частью настоящей Рекомендации.)

В настоящем Дополнении приводится описание порядка построения топологических единиц, приводящего к созданию канала среды передачи сети. Это описание касается в основном единиц конфигурации спектра и не затрагивает вопросов создания всех необходимых единиц технического обслуживания.

Исходная топология – это комплекс матриц коммутации каналов среды передачи, соединенных волоконными линиями. Доступные каналы среды передачи определяются гранулярностью фильтров, окружающих матрицу. В некоторых случаях степень гранулярности можно конфигурировать.

Соединения матриц коммутации канала среды передачи установлены так, чтобы создать новую топологию каналов среды передачи, соединяющих подмножество матриц. Емкость спектра, распределенная новому каналу среды передачи, исключается из общей емкости спектра волоконной линии административными средствами. Посредством дальнейшей конфигурации фильтров можно административно распределить емкость спектра канала среды передачи более узким каналам среды передачи.

На следующем шаге производится установка сетевого канала среды передачи в ранее построенной топологии. Когда запрос канала матрицы коммутации среды передачи проходит через ранее созданный канал матрицы коммутации среды передачи, для конфигурации этой матрицы не требуется каких-либо действий; вместе с тем запрос необходимо сверить с существующим каналом матрицы коммутации среды передачи. Когда запрос нового канала проходит через неконфигурированную матрицу, необходимо установить канал матрицы коммутации среды передачи. В обоих случаях в элементе сети необходимо создать отношения передачи OAM OCh-O, так чтобы неприсоединенная служебная нагрузка OCh-O передавалась правильно. Хотя конфигурацию передачи и коммутации OAM сетевого канала среды передачи можно производить в разное время, наиболее вероятно, что один и тот же запрос конфигурации приведет к одновременному выполнению операций OAM и матрицы коммутации среды передачи.

Теперь, когда в сети имеется сетевой канал среды передачи, можно подать сигнал OCh-P, и любая неприсоединенная служебная нагрузка будет направляться в коллектор OCh-O.

Следует отметить, что это описание относится к информации, необходимой для управления использованием ресурсов в сети. Где именно эта информация находится в сети, не указывается.

Дополнение III

Пример использования метода "черного звена"

(Данное Дополнение не является неотъемлемой частью настоящей Рекомендации.)

В [ITU-T G.698.1] и [ITU-T G.698.2] описан метод "черного звена" к определению совместимости передатчиков, приемников и оптических линий.

Метод "черного звена" позволяет указать характеристики одноканального оптического интерфейса для оптических сигналов DWDM. Представлены дополнительные спецификации для таких параметров "черного звена", как остаточная хроматическая дисперсия, неравномерность и поляризационная модовая дисперсия. Этот метод обеспечивает возможность поперечной совместимости в одноканальной точке с использованием прямой конфигурации мультиплексирования по длине волны. Вместе с тем он не обеспечивает поперечной совместимости в многоканальных точках. При использовании метода "черного звена" для определения поперечной совместимости требуется, чтобы передатчик (источник OCh-P_ТТ), приемник (коллектор OCh-P_ТТ) и оптическая линия (сетевой канал среды передачи) были настроены на поддержку одного кода приложения¹⁷.

На рисунке III.1 показан пример однонаправленного сетевого соединения OCh-P с использованием метода "черного звена".

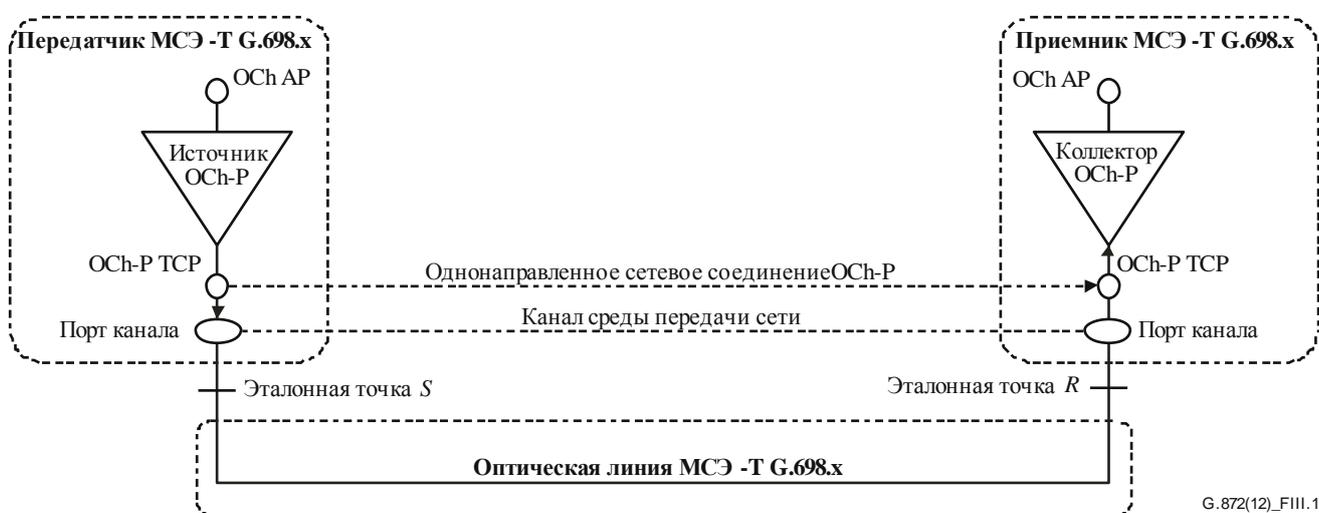


Рисунок III.1 – Пример однонаправленного сетевого соединения OCh с использованием метода "черного звена"

Для контроля сигнала OCh-P на границе оптической линии можно использовать NIM OCh-P, как показано на рисунке III.2. Если для оптической линии созданы элементы NIM OCh-P, OMS_ME и OTS_ME, то может поддерживаться контроль ухудшения показателей качества (см. раздел 10). Параметры OCh-P определяются эталонными точками S и R, определенными в [ITU-T G.698.1] и [ITU-T G.698.2]. Спецификации интерфейса для OCh-O отсутствуют. Возможности управления сигнализацией, обнаружения дефектов и локализации отказов для трассы OCh, описанные в разделе 10, не поддерживаются ввиду отсутствия необходимой информации, как показано на рисунке III.2.

¹⁷ Коды приложений определены в [ITU-T G.698.1] и [ITU-T G.698.2].

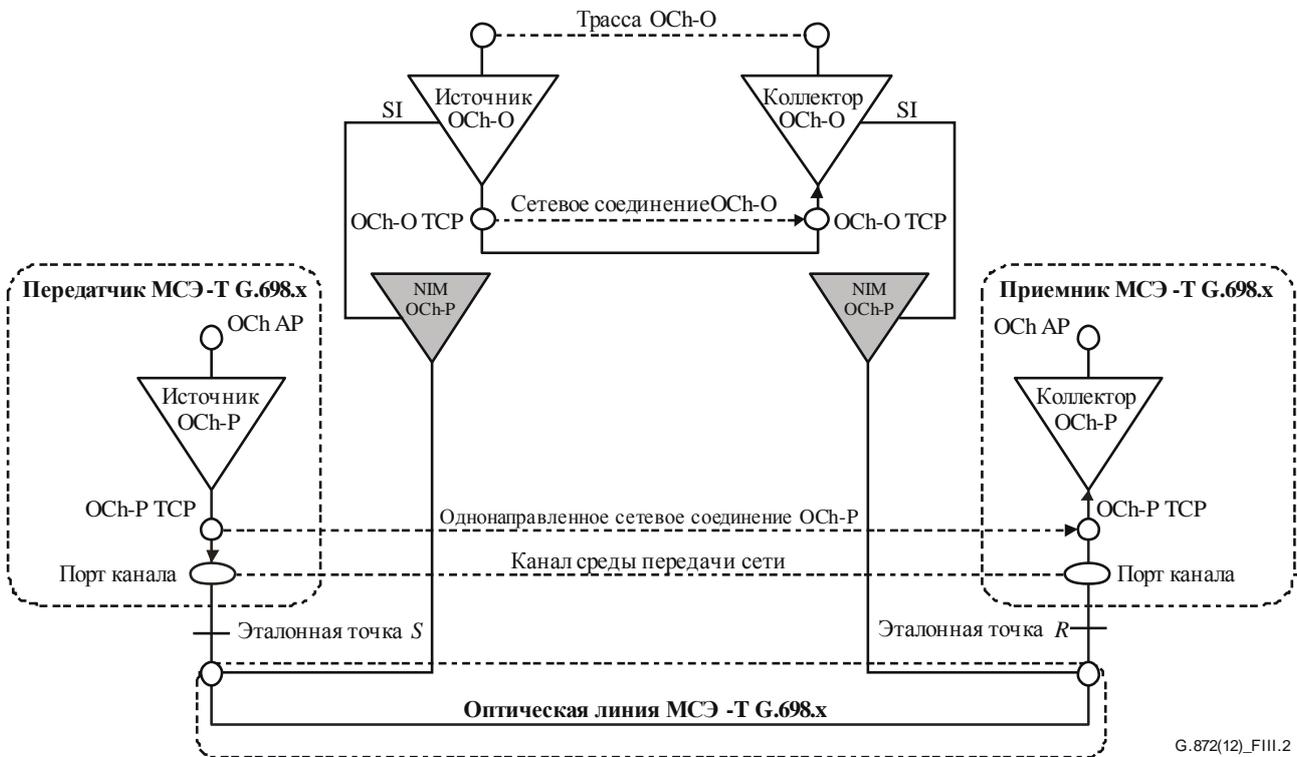


Рисунок III.2 – Однонаправленное сетевое соединение OCh с использованием метода "черного звена"

Дополнение IV

Взаимосвязь между Рекомендациями МСЭ-Т G.872 и МСЭ-Т G.798

(Данное Дополнение не является неотъемлемой частью настоящей Рекомендации.)

В настоящем Дополнении указана взаимосвязь между моделью, представленной в настоящей Рекомендации, и существующими функциями и процессами, описанными в [ITU-T G.798]. На рисунке IV.1 показано, что добавления к настоящей Рекомендации, поддерживающие настраиваемые элементы среды передачи и возможность управлять средой передачи на уровне гранулярности, превышающем один OCh-P, не оказывают влияния на процессы, определенные в [ITU-T G.798].

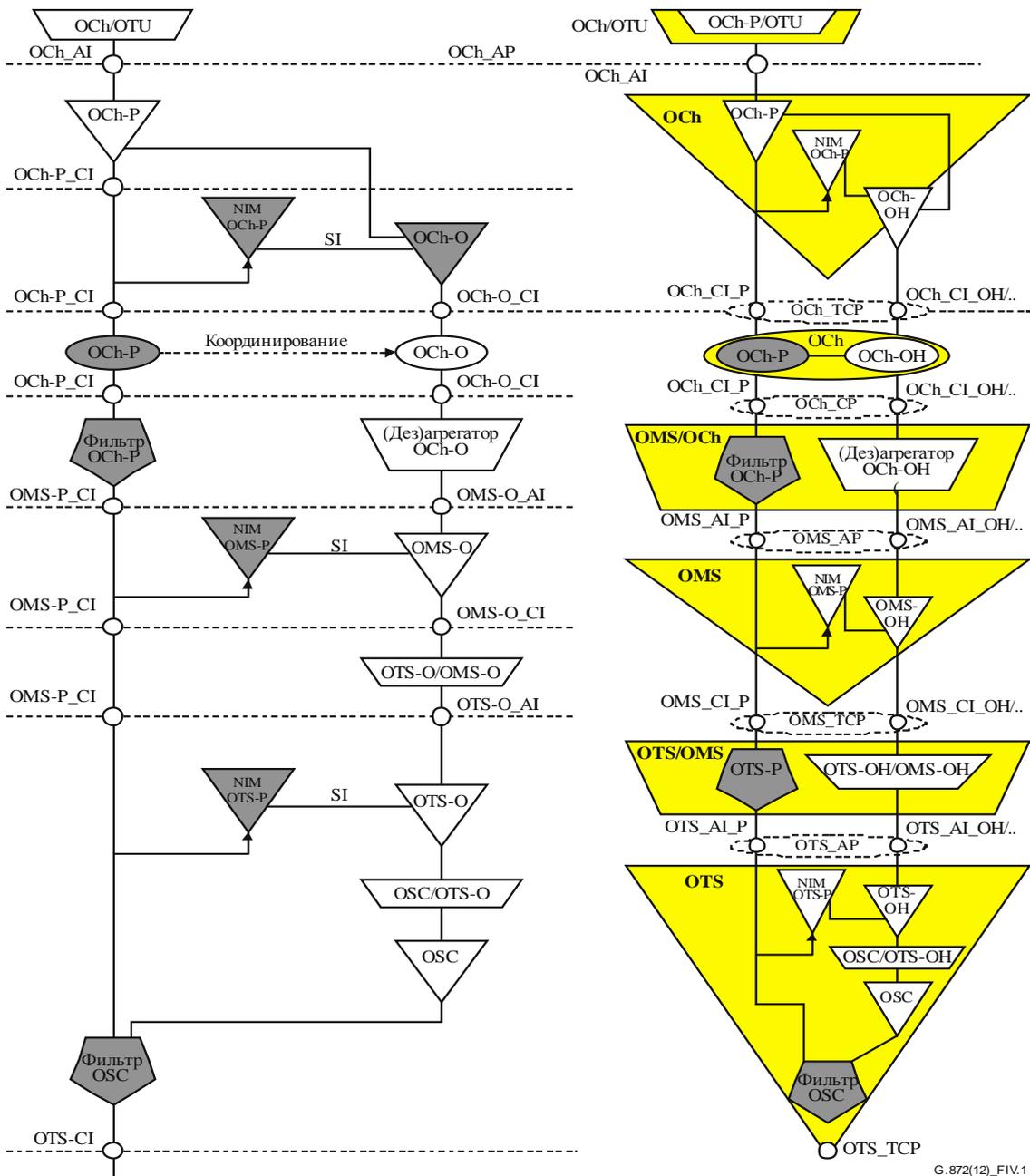


Рисунок IV.1 – Взаимосвязь между МСЭ-Т G.872 и МСЭ-Т G.798

Следует отметить, что эталонные точки в правой части рисунка (МСЭ-Т G.798) являются эталонными точками как для сигнальных, так и для ОАМ-трактов. Эталонная точка МСЭ-Т G.798 обведена пунктирной линией, охватывающей два компонента.

СЕРИИ РЕКОМЕНДАЦИЙ МСЭ-Т

Серия А	Организация работы МСЭ-Т
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	Управление электросвязью, включая СУЭ и техническое обслуживание сетей
Серия N	Техническое обслуживание: международные каналы передачи звуковых и телевизионных программ
Серия O	Требования к измерительной аппаратуре
Серия P	Оконечное оборудование, субъективные и объективные методы оценки
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, взаимосвязь открытых систем и безопасность
Серия Y	Глобальная информационная инфраструктура, аспекты протокола Интернет и сети последующих поколений
Серия Z	Языки и общие аспекты программного обеспечения для систем электросвязи