



МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

МСЭ-Т

СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ МСЭ

G.664

(03/2006)

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

Характеристики среды передачи – Характеристики
оптических компонентов и подсистем

**Процедуры и требования к обеспечению
оптической безопасности оптических
транспортных систем**

Рекомендация МСЭ-Т G.664

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	G.600–G.699
Общие положения	G.600–G.609
Симметричные кабельные пары	G.610–G.619
Наземные коаксиальные кабельные пары	G.620–G.629
Подводные кабели	G.630–G.649
Волоконно-оптические кабели	G.650–G.659
Характеристики оптических компонентов и подсистем	G.660–G.699
ЦИФРОВОЕ ОКОНЕЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	G.700–G.799
ЦИФРОВЫЕ СЕТИ	G.800–G.899
ЦИФРОВЫЕ УЧАСТКИ И СИСТЕМА ЦИФРОВЫХ ЛИНИЙ	G.900–G.999
КАЧЕСТВО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ – ОБЩИЕ И СВЯЗАННЫЕ С ПОЛЬЗОВАТЕЛЕМ АСПЕКТЫ	G.1000–G.1999
ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДЫ ПЕРЕДАЧИ	G.6000–G.6999
ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ ПО ТРАНСПОРТНЫМ СЕТЯМ – ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	G.7000–G.7999
ETHERNET И АСПЕКТЫ ТРАНСПОРТИРОВКИ СООБЩЕНИЙ	G.8000–G.8999
СЕТИ ДОСТУПА	G.9000– G.9999

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

**Процедуры и требования к обеспечению оптической безопасности
оптических транспортных систем**

Резюме

В настоящей Рекомендации содержатся руководящие указания и требования к методам обеспечения оптически безопасных рабочих условий (для глаз и кожи человека) на оптических интерфейсах оптической транспортной сети для оборудования, расположенного в местах ограниченного доступа и местах проведения контроля, в частности, для систем, в которых применяются рамановские методы усиления большой мощности.

В силу того, что соответствующие требования МЭК были пересмотрены, процедура автоматического выключения лазера (ALS), определенная в предыдущем издании настоящей Рекомендации по системам СЦИ, стала не обязательной, и поэтому она перенесена в информативное приложение. Кроме того, в настоящей Рекомендации предлагаются новые принципы реализации процедур APR в отношении систем, использующих технологию рамановского усиления большой мощности.

Источник

Рекомендация МСЭ-Т G.664 утверждена 29 марта 2006 года 15-й Исследовательской комиссией МСЭ-Т (2005–2008 гг.) в соответствии с процедурой, изложенной в Рекомендации МСЭ-Т А.8.

ПРЕДИСЛОВИЕ

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

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 носит добровольный характер. Однако в Рекомендации могут содержаться определенные обязательные положения (например, для обеспечения возможности взаимодействия или применимости), и соблюдение положений данной Рекомендации достигается в случае выполнения всех этих обязательных положений. Для выражения необходимости выполнения требований используется синтаксис долженствования и соответствующие слова (такие, как "должен" и т. п.), а также их отрицательные эквиваленты. Использование этих слов не предполагает, что соблюдение положений данной Рекомендации является обязательным для какой-либо из сторон.

ПРАВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

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

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

© ITU 2006

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

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 Сфера применения	1
2 Ссылки	1
3 Термины и определения	2
3.1 Определения	2
3.2 Термины, определенные в других Рекомендациях.....	2
3.3 Термины, определенные в других стандартах	3
4 Сокращения	3
5 Общие соображения.....	4
5.1 Рассмотрение вопросов безопасности в отношении недопущения повреждений глаз и кожи человека	4
5.2 Рассмотрение вопросов безопасности в отношении предупреждения повреждения оптических волокон	5
6 Процедуры и руководящие указания	5
6.1 Общие положения.....	5
6.2 Процедуры APR для систем, в которых используется дискретное оптическое усиление.....	6
6.3 Процедуры APR для систем, основанных на распределенном рамановском усилении	8
Дополнение I – Примеры архитектур APR для систем (включая те, которые основаны на рамановском усилении), в которых используется ОАС	10
I.1 Соображения по использованию ОАС вместо импульса перезапуска для автоматического перезапуска	10
I.2 Описание процедуры APR с использованием OSC совместного распространения	11
I.3 Описание процедуры APR с использованием OSC противоположного распространения	12
Дополнение II – Описание процедур ALS/APSD для одноканальных систем связи из пункта в пункт с использованием СЦИ	13
II.1 Введение	13
II.2 Одноканальная система связи из пункта в пункт с использованием СЦИ без линейных усилителей.....	14
II.3 Одноканальные связи из пункта в пункт с использованием системы СЦИ с линейными усилителями.....	18

Процедуры и требования к обеспечению оптической безопасности оптических транспортных систем

1 Сфера применения

В настоящей Рекомендации содержатся руководящие указания и требования к методам обеспечения оптически безопасных рабочих условий (для глаз и кожи человека) на оптических интерфейсах оптической транспортной сети для оборудования, расположенного в местах ограниченного доступа и местах проведения контроля, включая обычные системы СЦИ.

Определение и спецификация уровней оптической безопасности находятся вне сферы применения настоящей Рекомендации (они рассматриваются в МЭК).

Основными областями применения являются системы, предназначенные для использования в оптической транспортной сети, в которых применяется рамановское усиление, и системы DWDM с большим числом каналов. Для облегчения эксплуатации этих систем внимание в настоящей Рекомендации сосредоточено на методах автоматического снижения мощности (APR) с автоматическим перезапуском.

Исходя из желания сохранить обратную совместимость с уже не существующими Рекомендациями по вопросам оптической безопасности, настоящая Рекомендация содержит некоторые описания правил обеспечения безопасности в отношении одно- и многоканальных систем СЦИ с линейными усилителями и без них. Поясняется, почему процедуры, применяющие импульсы перезапуска при автоматическом выключении лазера (ALS) и автоматическом выключении мощности (APSD), описанные в предыдущем издании настоящей Рекомендации, уже не существенны или не являются необходимыми для приложений, приведенных в Рекомендациях МСЭ-Т G.691, G.693, G.695, G.957 и G.959.1.

Также рассматривается воздействие двунаправленной передачи, описанной в Рекомендации МСЭ-Т G.692.

Предоставляются некоторые рекомендации в отношении предотвращения порчи оптических волокон, эксплуатируемых на высоких уровнях оптической мощности.

2 Ссылки

Нижеследующие Рекомендации МСЭ-Т и другие источники содержат положения, которые путем ссылок на них в данном тексте составляют положения настоящей Рекомендации. На момент публикации указанные издания были действующими. Все Рекомендации и другие источники являются предметом пересмотра; поэтому всем пользователям данной Рекомендации предлагается рассмотреть возможность применения последнего издания Рекомендаций и других ссылок, перечисленных ниже. Перечень действующих на настоящий момент Рекомендаций МСЭ-Т публикуется регулярно. Ссылка на документ, приведенный в настоящей Рекомендации, не придает ему как отдельному документу статус рекомендации.

- Рекомендация МСЭ-Т G.662 (2005 г.), *Типовые характеристики приборов и подсистем на базе оптических усилителей*
- Рекомендация МСЭ-Т G.665 (2005 г.), *Типовые характеристики рамановских усилителей и рамановских усилительных подсистем.*
- ITU-T Recommendation G.691 (2006), *Optical interfaces for single channel STM-64, STM-256 and other SDH systems with optical amplifiers.*
- ITU-T Recommendation G.692 (1998), *Optical interfaces for multichannel systems with optical amplifiers.*
- ITU-T Recommendation G.693 (2006), *Optical interfaces for intra-office systems.*

- ITU-T Recommendation G.783 (2006), *Characteristics of synchronous digital hierarchy (SDH) equipment functional blocks.*
- ITU-T Recommendation G.872 (2001), *Architecture of optical transport networks.*
- ITU-T Recommendation G.957 (2006), *Optical interfaces for equipments and systems relating to the synchronous digital hierarchy.*
- ITU-T Recommendation G.959.1 (2006), *Optical transport network physical layer interfaces.*
- IEC 60825-1 (2001), *Safety of laser products – Part 1: Equipment classification, requirements and user's guide.*
- IEC 60825-2 (2005), *Safety of laser products – Part 2: Safety of optical fibre communication systems (OFCS).*
- IEC/TR 61292-4 (2004), *Optical amplifiers – Part 4: Maximum permissible optical power for the damage-free and safe use of optical amplifiers, including Raman amplifiers.*

3 Термины и определения

3.1 Определения

В настоящей Рекомендации определены следующие термины:

3.1.1 автоматическое выключение лазера (ALS): Метод (процедура) автоматического выключения выходной мощности лазерных передатчиков и оптических усилителей во избежание выхода на опасные уровни.

3.1.2 автоматическое снижение мощности (APR): Метод (процедура) автоматического снижения выходной мощности оптических усилителей во избежание выхода на опасные уровни.

3.1.3 автоматическое выключение мощности (APSD): Метод (процедура) автоматического выключения выходной мощности оптических усилителей во избежание выхода на опасные уровни; в контексте настоящей Рекомендации термин APSD эквивалентен термину ALS.

3.1.4 потеря целостности (оптической линии): Любое событие, которое может вызвать опасные уровни оптической мощности, излучаемой из некоторой точки в тракте оптической системы передачи. Общими причинами потери целостности оптической линии являются разрыв кабеля, неисправность оборудования, отсоединение разъемов и т. п.

3.1.5 вспомогательный оптический канал (ОАК): Оптический сигнал, который пропадает при событии потери целостности волокна, но не требует опасных уровней мощности для обеспечения удовлетворительной работы. Одной из реализаций ОАК является использование OSC (оптического контрольного канала).

3.1.6 основной (оптический) тракт: Волоконная система между точкой передающего оборудования MPI-S, S или S' и точкой MPI-R, R или R' приемного оборудования.

3.1.7 интерфейсы основного тракта: Интерфейсы к волоконной системе.

3.2 Термины, определенные в других Рекомендациях

В настоящей Рекомендации используются следующие термины, определенные в других Рекомендациях МСЭ-Т:

Пропадание сигнала (LOS)	Рек. МСЭ-Т G.783
Пропадание сигнала служебной нагрузки (LOS-O)	Рек. МСЭ-Т G.798
Пропадание сигнала полезной нагрузки (LOS-P)	Рек. МСЭ-Т G.798
Секция оптического мультиплексирования (OMS)	Рек. МСЭ-Т G.872
Оптический контрольный канал (OSC)	Рек. МСЭ-Т G.692
Секция оптической передачи (OTS)	Рек. МСЭ-Т G.872

3.3 Термины, определенные в других стандартах

Класс лазера	МЭК 60825-1
Уровень опасности	МЭК 60825-2
Места неограниченного доступа	МЭК 60825-2
Места ограниченного доступа	МЭК 60825-2
Места проведения контроля	МЭК 60825-2

4 Сокращения

В настоящей Рекомендации используются следующие сокращения:

AEL	Предел достижимого излучения
ALS	Автоматическое выключение лазера
APR	Автоматическое снижение мощности
APSD	Автоматическое выключение мощности
ASE	Спонтанное излучение с усилением
BA	Бустер-усилитель
DEMUX	Демультимплексор
dLOS	Дефект "пропадание сигнала"
IaDI	Внутридоменный интерфейс
ЛУ	Линейный усилитель
LOS	Пропадание сигнала
LOS-O	Пропадание сигнала служебной нагрузки
LOS-P	Пропадание сигнала полезной нагрузки
MPE	Максимальная допустимая доза
MPI	Интерфейс главного пути
MPI-R	Эталонная точка интерфейса главного тракта приема
MPI-S	Эталонная точка интерфейса главного тракта источника
MSP	Защита участка мультиплексирования
MUX	Мультиплексор
OA	Оптический усилитель
OAC	Вспомогательный оптический канал
OAR	Приемник с оптическим усилением
OAT	Передатчик с оптическим усилением
OMS	Секция оптического мультиплексирования
OSC	Оптический контрольный канал
OTN	Оптическая транспортная сеть
OTS	Секция оптической передачи
PA	Предусилитель
СЦИ	Синхронная цифровая иерархия
WDM	Мультиплексирование с разделением по длине волны

5 Общие соображения

5.1 Рассмотрение вопросов безопасности в отношении недопущения повреждений глаз и кожи человека

В Документе МЭК 60825-2 приведены пояснения по вопросу различий между классом лазера и уровнем опасности. Приводимый ниже текст взят из стандарта МЭК-60825-2.

"Класс: Слово "класс" имеет отношение к схеме, по которой, исходя из уровней излучения, изделие или внутренний излучатель могут классифицироваться с точки зрения своей безопасности. Эти уровни описываются в Таблицах пределов достижимого излучения стандарта МЭК 60825-1. Классы располагаются в диапазоне начиная с класса 1, которому соответствует безопасность в достаточно прогнозируемых условиях, и до класса 4, потенциально представляющего самый опасный случай. В стандарте МЭК 60825-1 классификация изделий осуществляется исходя из достаточно прогнозируемых условий работы включая условия возникновения отдельных неисправностей".

"Уровень опасности: В настоящем стандарте используется термин "уровень опасности", который относится к потенциальной опасности от лазерного излучения в любом месте на всей протяженности системы волоконно-оптического кабеля, которое может оказаться доступным в процессе использования, техобслуживания или разрыва волоконно-оптического кабеля. Для оценки уровня опасности используются таблицы классов достижимого предельного излучения, приведенные в стандарте МЭК 60825-1".

"Система волоконно-оптической связи в целом не подлежит классификации тем способом, который предписывает стандарт МЭК 60825-1. Это объясняется тем, что в условиях нормальной эксплуатации оптическое излучение полностью изолировано изнутри, и может возникнуть точка зрения, согласно которой строгая интерпретация в стандарте МЭК 60825-1 позволит применять класс 1 ко всем системам, что может не точно отражать потенциальную опасность".

"На основании такого заявления вся система волоконно-оптической связи может рассматриваться как лазерное изделие класса 1, поскольку при нормальных условиях излучение полностью изолировано внутри оболочки (как в лазерном принтере), и свет не должен излучаться за пределы защитного корпуса. Пока не произойдет разрыв волокна или разъединения оптического соединителя, никто не окажется подверженным уровню потенциально опасной оптической радиации (если внутренние излучатели или усилители обладают достаточно высокой мощностью)".

"Таким образом, для каждого оптического выходного порта необходима оценка уровня опасности. Предельные значения уровня опасности зависят от "доминирующего" диапазона длин волны, принимая во внимание, что стандарт МЭК 60825-1 устанавливает различные пределы для различных диапазонов длин волны. Подробности можно найти в стандарте МЭК 60825-1. Кроме того, настоящий стандарт позволяет использовать методы автоматического снижения мощности (APR) для достижения более низкого (менее опасного) уровня опасности, исходя из нормальной мощности в стекловолокне и скорости автоматического снижения мощности".

В настоящей Рекомендации методы автоматического выключения лазера (ALS) (применительно к системам СЦИ), изначально предназначавшиеся для тех же целей, т. е. для обеспечения безопасных окружающих условий работы, описаны также в Дополнении II.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – В течение последних лет термин "автоматическое выключение мощности (APSD)" использовался также для систем с оптическими усилителями. Поскольку термин ALS использовался значительно дольше, в настоящей Рекомендации будет применяться термин ALS, имея в виду, что в данном контексте термин APSD считается эквивалентным термину ALS.

Конкретные подробности о различных пределах для классов и опасных уровнях приводятся в стандартах МЭК 60825-1 и 60825-2, соответственно. Дальнейшие разъяснения о реальных уровнях и временах снижения мощности для различных категорий безопасности приводятся в стандарте МЭК/TR 61292-4.

Следует также отметить, что для оценки уровня опасности целесообразно рассматривать только те уровни мощности, которые могут иметь место в разумно предсказуемых условиях. В стандарте МЭК 60825-2 дается примерное описание и указания относительно смысла понятия "разумно предсказуемое".

Для целей настоящей Рекомендации предполагается, что оборудование OTN в общем случае (включая оборудование СЦИ) будет размещаться только в ограниченно используемых и

контролируемых местах. В стандарте МЭК 60825-2 определено, что уровень опасности оборудования не превышает 1М в ограниченно используемых местах и 3В в контролируемых местах. Дополнительные требования к контролируемым местам, не входящие в предмет рассмотрения настоящей Рекомендации, содержатся в стандарте МЭК 60825-2.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – В предыдущих версиях стандартов МЭК 60825-1 и 60825-2 использовались, соответственно, класс 3А и уровень опасности 3А. Во многих системах, развернутых в местах эксплуатации, может использоваться уровень опасности 3А. В последних стандартах МЭК 60825-1 и 60825-2 данная категория 3А была заменена на новую категорию 1М. В частности, в окне 1550 нм предельная доза 3А была фиксированным пределом в отличие от уровня 1М, который выражается формулой и, как таковой, определяется несколькими факторами, установленными МЭК 60825-1 (например, длительность воздействия, длина волны, диаметр поля моды волокна, диаметр измерения и расстояние измерения). В отношении примеров применения, приводимых в настоящей Рекомендации, предел уровня опасности 1М обычно бывает выше, чем прежний предел уровня опасности 3А по причине дивергенции луча от оптического волокна в свободное пространство. В настоящей Рекомендации дается общая ссылка на новый уровень опасности 1М вместо прежнего уровня опасности 3А. В случаях, когда уровень опасности все-таки оценивается как 3А, предлагается пользоваться руководящими указаниями, применимыми к уровню безопасности 1М.

В системах, обладающих эксплуатационной мощностью в стекловолкне, превышающей потенциально опасные уровни 1М или 3В, для случаев с ограниченно используемыми или контролируемыми местами соответственно, должна использоваться функция APR или ALS, чтобы надежно снизить эксплуатационную мощность до уровня ниже уровня безопасности применительно к месту данного типа. Более подробно эти требования изложены в п. 6.

Помимо этого, в стандарте МЭК 60825-2 содержатся руководящие материалы относительно надежности процедур APR.

5.2 Рассмотрение вопросов безопасности в отношении предупреждения повреждения оптических волокон

В процессе эксплуатации оптических волокон на высоких уровнях оптической мощности волокна и соединители при некоторых условиях могут быть повреждены. Некоторые аспекты работы волокон и соединителей на большой мощности также косвенно влияют на безопасность. Например, возгорания могут начаться в результате местного нагревания испорченных соединителей, рассчитанных на высокую оптическую мощность.

Стандарт МЭК/TR 61292-4 предоставляет подробное руководство по следующим темам:

- процесс плавления волокна и его распространение;
- вызываемое потерями нагревание соединителей и муфт;
- повреждение торца соединителя, вызванное пылью/порчей;
- выгорание/оплавление покрытия волокна, вызванное изгибом натянутого волокна.

Кроме того, в Добавлении 39 к серии G Рекомендаций МСЭ-Т содержится информация по следующим темам:

- передовой опыт в области обеспечения безопасности, связанной с оптической мощностью.

В частности, распространение процесса плавления волокна может создать опасности возгорания. Тогда как использование методов автоматического снижения мощности, описанных в настоящей Рекомендации, может ограничить распространение процесса плавления волокна, это не рассматривается в качестве одной из главных целей применения методов снижения мощности.

6 Процедуры и руководящие указания

6.1 Общие положения

Согласно стандартам МЭК 60825-1 и МЭК 60825-2, по соображениям обеспечения безопасности глаз может быть необходимо обеспечить возможность автоматического снижения (оптической) мощности (APR) в случае потерь оптической мощности в пределах одной секции главного оптического тракта. Эти потери оптической мощности могут быть вызваны, например, разрывом кабеля, неисправностью оборудования, отсоединением разъемов и т. п. Это условие, в общем, можно отнести к потере

целостности в рамках волоконной линии. В целях содействия простому восстановлению системы после восстановления соединения линии рекомендуется использовать процедуры APR с автоматическим перезапуском и, кроме того, не рекомендуется использовать процедуры APR, которые требуют ручного перезапуска.

В пунктах 6.2 и 6.3 содержатся основные требования и руководящие указания для процедур автоматического снижения мощности (APR) и перезапуска для систем, в которых неизбежно наличие уровней мощности свыше опасного уровня 1М в местах ограниченного доступа и 3В в местах проведения контроля (включая приложения OTN).

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Отключение механизма перезапуска может быть желательным, например для того, чтобы ремонту разорванного волокна не мешали преждевременные попытки перезапуска.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Несмотря на то, что стандарт МЭК 60825-2 позволяет использовать системы с уровнем опасности 3В в местах проведения контроля, следует отметить, что система, в которой уровень опасности ограничен уровнем 1М (либо непосредственно, либо через механизм APR), была бы приемлемой для использования либо в местах ограниченного доступа, либо в местах проведения контроля и поэтому была бы гораздо более широко используемой.

В предыдущей версии настоящей Рекомендации периодически передаваемые импульсы (перезапуска) использовались с целью облегчения восстановления системы. Использование импульсов было весьма удобным средством установления перезапуска в поперечно совместимых процедурах. Однако, как пояснено в Дополнении II, использование импульсов перезапуска на полной рабочей мощности более не считается подходящим из-за пересмотренных требований МЭК к безопасности. Поскольку альтернативные поперечно совместимые процедуры APR еще не были установлены МСЭ-Т, рекомендуется точно определить поперечно совместимые интерфейсы с уровнями оптической мощности на уровне опасности 1М (или 3В в случае мест проведения контроля) или на более низком уровне.

Как пояснено в пункте 5, согласно стандарту МЭК 60825-2, нет необходимости обеспечивать выполнение процедуры снижения мощности для систем уровня опасности 1 и 1М. Кроме того, это не нужно для систем с уровнем опасности 3В в местах проведения контроля. В настоящее время все уровни оптической мощности, указанные в Рекомендациях МСЭ-Т G.691, G.693, G.695, G.957 и G.959.1 имеют уровень безопасности 1М или более низкий уровень. В частности, уровни в Рекомендациях МСЭ-Т G.693 и G.957 являются уровнями опасности 1 и, таким образом, считаются полностью безопасными. В ходе обсуждения первого варианта Рек. МСЭ-Т G.957 APR считалось необходимым для поддержания достаточной оптической безопасности. В результате, была определена процедура отключения (называемая ALS). Поскольку в последние годы эта процедура (которая более не считается необходимой для приложений, упомянутых выше) широко использовалась, например, в окончательном оборудовании СЦИ, она была включена в Дополнение II как историческая справка.

6.2 Процедуры APR для систем, в которых используется дискретное оптическое усиление

В данном пункте содержатся основные требования и руководящие указания для процедур автоматического снижения мощности (APR) и перезапуска для систем, в которых неизбежно наличие уровней мощности свыше опасного уровня 1М в местах ограниченного доступа и уровня 3В в местах проведения контроля (включая приложения OTN).

Наряду с другими случаями, описанными в данной Рекомендации, методы APR необходимы в случаях, когда сумма рабочей мощности (основного оптического сигнала) и выходной мощности лазера с накачкой оптических интерфейсов превышает применяемые уровни опасности, определенные в стандарте МЭК 60825-2. Общая мощность – это сумма мощности в любом одном направлении всех оптических каналов, мощности всех лазеров накачки и мощности вспомогательных оптических каналов (ОАС), если они используются. В контексте данной Рекомендации оптический контрольный канал (OSC) рассматривается как конкретная реализация ОАС.

В п. 6.1 рекомендуется использовать только процедуры APR, которые включают автоматический перезапуск. На момент опубликования данной Рекомендации было установлено, что только методы APR, способные обеспечить автоматический перезапуск, основаны на использовании ОАС. Поэтому рекомендуется использовать процедуры APR, в которых применяется ОАС, для осуществления автоматического перезапуска. Примеры конкретных реализаций приводятся в Дополнении I. На

момент опубликования данной Рекомендации поперечно совместимый ОАС еще не был определен, и поэтому спецификация процедуры APR с автоматическим перезапуском, подходящая для поддержки работы на поперечно совместимых оптических интерфейсах, является предметом для дальнейших исследований.

Время, за которое должна снизиться мощность, зависит от фактического уровня эксплуатационной мощности. Другими словами, чем выше уровень мощности, тем меньше время выключения. Необходимые промежутки времени на выключение могут быть рассчитаны по МЭК 60825-1.

После снижения мощности оставшийся общий уровень мощности, т. е. сумма мощности всех оптических каналов, оставшаяся мощность лазеров накачки и мощность ОАС, должен быть в пределах уровня опасности 1М (или 3В в местах проведения контроля) с учетом того, что не исключается снижение полной мощности до уровня опасности 1 или даже полное выключение.

Обобщенное описание APR для приложений OTN показаны на рисунке 1. Некоторые примеры реализаций в отношении процедур APR для систем, в которых применяется ОАС, приведены в Дополнении I.

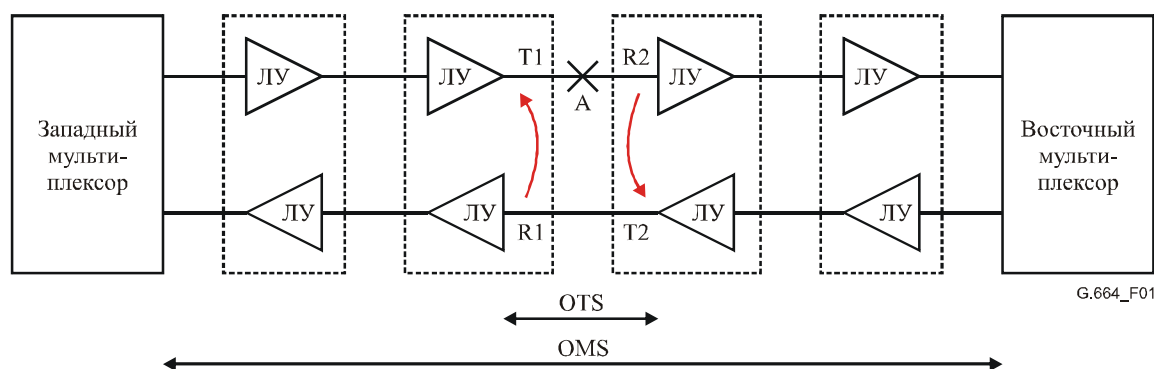


Рисунок 1/G.664 – Описание возможности APR в случае потери целостности кабеля

В том случае, когда потеря целостности происходит в точке А на рисунке 1, используется имеющийся в приемном интерфейсе R2 индикатор неисправности LOS, чтобы снизить выходную мощность передающего интерфейса T2, являющегося соседним источником в противоположном направлении. Это обнаруживается в приемном интерфейсе R1, который, в свою очередь, снижает выходную мощность передающего интерфейса T1. Принцип обнаружения снижения мощности в R1 является предметом для дальнейшего исследования. Применительно к сети OTN могут использоваться LOS-O (LOS служебной нагрузки) и LOS-P (LOS полезной нагрузки). Определения LOS-O и LOS-P приведены в Рекомендации МСЭ-Т G.798.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – В этом общем описании мощность снижается как на затронутой линии, так и на линии противоположного распространения в пределах секции оптической передачи (OTS). В п. I.3 приведен пример процедуры, при которой мощность снижается только на затронутой линии.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – В Рек. МСЭ-Т G.798 команда управления APR определяется для случая приложений OTN.

Снижение мощности до уровня опасности 1М применительно к местам ограниченного доступа по всем оптическим выходам в пределах подвергшейся воздействию OTS осуществляется за определенное время (максимум 3 с) с момента нарушения целостности OTS. Конкретное время выключения зависит от фактической эксплуатационной оптической мощности и может быть рассчитано, исходя из спецификации максимальной допустимой экспозиции (МРЕ) в МЭК 60825-1.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Не исключаются вторичные действия по другим усилителям в затронутой секции OMS, включая и потенциально активные для оборудования (например, одноканального оборудования) вне пределов OMS, но соответствующая спецификация не является предметом обсуждения в настоящей Рекомендации. Подобные вторичные действия не должны быть помехой для процедур обеспечения безопасности в отношении затронутой OTS.

Когда соединение в OTS отремонтировано, необходим автоматический перезапуск для восстановления передачи на OTS. После восстановления целостности линии мощность,

превышающая уровень опасности 1М (или 3В для мест проведения контроля), может быть восстановлена через 100 секунд, прошедших с момента возникновения потери целостности. Период времени, меньшей 100 секунд, является реализуемым, однако должно быть учтено возможное появление многочисленных воздействий в течение 100-секундного периода, вследствие чего может понадобиться более короткий период времени снижения мощности APR.

По причинам, связанным с эксплуатацией, желательно, чтобы вышеупомянутые процедуры APR не имели следствием генерирование последовательных сигналов тревоги. Другими словами, сигналы тревоги должны исходить только от затронутых OTS.

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Для обеспечения обратной совместимости допускается использовать процедуру ALS, описанную в пункте II.3 (изменение процедуры ALS, показанной на рисунке II.1, в отношении требований временной синхронизации) для уже установленных многоканальных систем СЦИ с линейными усилителями, которые имеют рабочие выходные мощности уровня опасности 3В (в случае мест ограниченного доступа). В этом случае, согласно рисунку II.5, в зависимости от конкретной реализации "Tx" может быть либо передатчиком СЦИ в сочетании с подходящей модификацией оборудования MUX/OA, либо оборудованием MUX/OA. Кроме того, "Rx" может быть либо соответствующим приемником СЦИ в сочетании с соответствующей модификацией оборудования OA/DEMUX, либо оборудованием OA/DEMUX.

ПРИМЕЧАНИЕ 5. – Двухнаправленные системы должны удовлетворять тем же требованиям оптической безопасности и будут использовать те же принципы, что и однонаправленные системы. Более точная спецификация подобных процедур подлежит дальнейшему исследованию.

6.3 Процедуры APR для систем, основанных на распределенном рамановском усилении

Оптические системы передачи, в которых применяется распределенное рамановское усиление, нуждаются в особом уходе для обеспечения оптически безопасных условий работы, поскольку высокие мощности накачки (нередкими являются уровни мощности свыше +30 дБм) могут подаваться в волоконно-оптические кабели. Поэтому рекомендуется использовать процедуры APR во всех системах, в которых применяется распределенное рамановское усиление с рабочими уровнями мощности, превышающими опасный уровень 1М (или 3В в местах проведения контроля). Таким способом предотвращают опасности для глаз и кожи человека и потенциальные дополнительные опасности, связанные с излучением лазера, например повышение температуры (или даже возгорание), вызванное повышенным местным поглощением вследствие загрязнения или порчи соединителя. Как было сказано в п. 5.2, дальнейшее руководство предоставляется в стандарте МЭК/TR 61292-4.

Распределенные рамановские системы отличаются от дискретных систем оптического усиления возможным наличием лазеров накачки на "приемной" стороне линии, которые подают высокие оптические мощности назад в линию. С целью обеспечения того, чтобы уровни мощности, излучаемые неисправными или открытыми волоконными соединениями, были бы безопасными, необходимо, уменьшить мощность не только основных источников оптического сигнала, но также всех применяемых лазеров накачки, включая лазеры обратной накачки. Поскольку рабочая длина волны рамановских накачек обычно отличается от реального сигнала данных, необходимо провести отдельные оценки на различных используемых длинах волн (таким образом, как на длине волны лазера накачки, так и на длине волны основного сигнала).

По тем же причинам, что и для систем, в которых применяется дискретное оптическое усиление (описанное в 6.2), для систем с распределенным рамановским усилением рекомендуется использовать только процедуры APR, включающие автоматический перезапуск. Поэтому также в этом случае для осуществления автоматического перезапуска рекомендуется использовать процедуры APR с применением ОАС. Конкретные примеры реализации содержатся в Дополнении I. На момент опубликования настоящей Рекомендации поперечно совместимые ОАС еще не были определены, и поэтому спецификация процедуры APR с автоматическим перезапуском, подходящая для поддержки работы на поперечно совместимых интерфейсах, представляет собой предмет для дальнейшего исследования.

После снижения мощности уровень оставшийся общей мощности, т. е. сумма мощности всех оптических каналов, мощности лазеров накачки в случае распределенного рамановского усиления и мощности ОАС, не должен превышать уровня опасности 1М (или 3В в случае мест проведения контроля). Отметим, что не исключается снижение общей мощности до уровня, не превышающего уровня опасности 1, или даже до полного отключения.

Для процедур APR, описанных в данном пункте, также применяются требования к временной синхронизации, описанные в пункте 6.2.

Для приложений, основанных на распределенном рамановском усилении, показанная на рисунке 1 конфигурация должна быть изменена из-за наличия мощности прямой/обратной накачки на затронутой секции.

На рисунке 2 показана конфигурация с лазерами прямой и обратной накачки на конкретном пролете (теоретически на многих пролетах) системы, в которой используется распределенное рамановское усиление. T1 и T2 представляют собой передающий интерфейс на данной секции, тогда как R1 и R2 представляют собой приемный интерфейс.

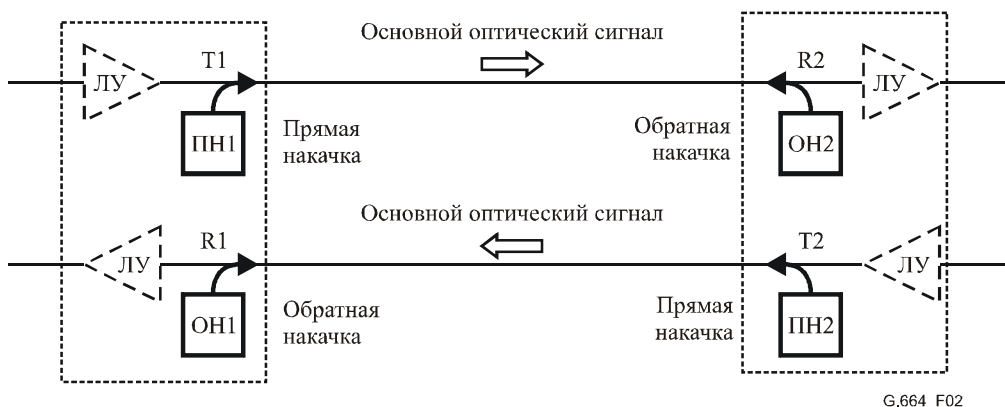


Рисунок 2/G.664 – Конфигурация с лазерами прямой и обратной накачки в секции многопролетной системы передачи, в которой применяется распределенное рамановское усиление

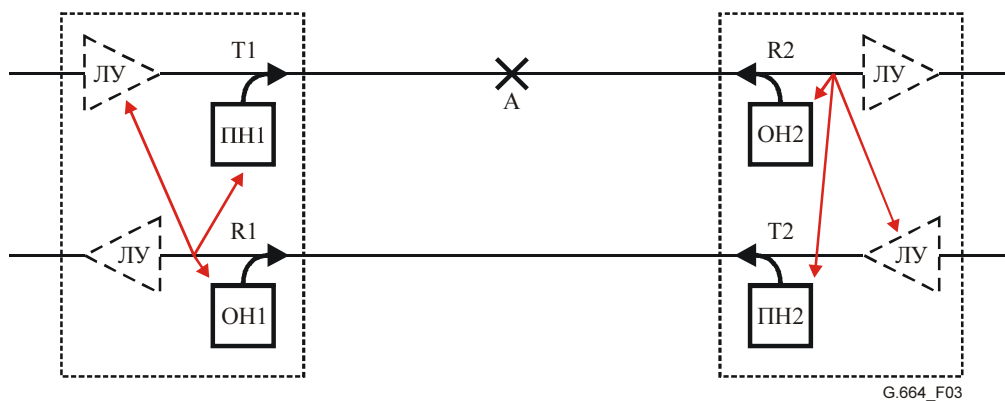


Рисунок 3/G.664 – Возможные действия в случае потери целостности в кабеле

Как показано на рисунке 3, если в волоконном кабеле происходит потеря целостности, то необходимо предпринять ряд действий для обеспечения безопасных условий работы на затронутой линии (в данном случае – верхняя линия). В зависимости от реализации архитектуры ОАС, необходимо снизить мощность либо только на затронутой линии, либо, кроме того, снизить мощность в обратном направлении (в данном случае – нижняя линия). В любом случае должна быть снижена мощность в прямом направлении (накачки и сигнала) и в обратном направлении (накачки). В примере, показанном на рисунке 3, пропадание сигнала обнаруживается на интерфейсе R2, который должен использоваться для снижения мощности обратной накачки на R2 и мощности в прямом направлении на T1. Мощность в прямом направлении на T2 должна быть достаточно снижена, с тем чтобы вызвать пропадание сигнала на R1, которое должно использоваться для снижения мощности обратной накачки на R1 и мощности в прямом направлении на T1.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Следует принять меры, с тем чтобы возможное наличие обратного отраженного вынужденного рамановского усиленного излучения не препятствовало правильному функционированию детекторов пропадания сигнала.

Дополнение I

Примеры архитектур APR для систем (включая те, которые основаны на рамановском усилении), в которых используется ОАС

I.1 Соображения по использованию ОАС вместо импульса перезапуска для автоматического перезапуска

Процедура ALS, определенная в пункте II.2, была первоначально определена в период 1988–1990 гг. Весьма важной частью этой процедуры ALS является частое излучение на полной мощности оптической передачи короткого (2 с) импульса для перезапуска передатчиков и, следовательно, приемников на обеих сторонах отключенной линии. Согласно действующим в настоящее время правилам МЭК, система, в которой используются оптические интерфейсы, соответствующие Рекомендации МСЭ-Т G.957, становится безопасной при использовании вышеупомянутой процедуры ALS.

С тех пор документ МЭК 60825-1 претерпел ряд изменений, и также стала доступной технология оптического усилителя с увеличенными уровнями выходной мощности. В частности, системы, в которых используются рамановские усилители, работают на уровнях оптической мощности, которые значительно превышают предел уровня опасности 1М.

Как пояснено в пункте 6.1 и Дополнении II, подход к перезапуску с использованием часто передаваемых импульсов перезапуска на полной рабочей мощности более не считается подходящим подходом для поперечно совместимой процедуры из-за пересмотренных требований МЭК к безопасности.

Поэтому были рассмотрены альтернативные пути осуществления перезапуска. Методом проверки возможности установления соединений на линии является использование вспомогательного оптического канала (ОАС).

Общепринятой реализацией ОАС является оптический контрольный канал (OSC). Поскольку OSC обычно работает на безопасном уровне оптической мощности (уровень опасности 1 или 1М), он может быть сохранен "живым" в волокне после снижения мощности до безопасного уровня. Восстановление связи по ОАС указывает на полное восстановление целостности линии, после чего система может снова функционировать на своей полной рабочей мощности. Таким образом обеспечивается, что полная рабочая мощность имеется только в полностью закрытой конфигурации, гарантирующей оптическую безопасность.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Недостатком использования OSC является то, что если он неисправен, автоматического перезапуска не произойдет. Однако это не окажет влияния на безопасность системы.

В настоящее время не требуется наличия OSC в любой поперечно совместимой линии. С другой стороны, OSC часто имеет место в запатентованных конфигурациях системы IaDI. Поэтому в данном Дополнении представлены некоторые примеры принципов процедур APR с использованием OSC для перезапуска системы, отключенной после возникновения потери целостности в волоконно-оптической линии.

Альтернативной реализацией ОАС является работа системы через затронутые OTS на уменьшенной (безопасной) мощности, как только возникла потеря целостности. Целостность линии может быть проконтролирована и, следовательно, проверена путем использования специального детектора, предназначенного для обнаружения низких уровней оптической мощности. Как только целостность линии подтвердится, этот специальный детектор инициирует перезапуск системы. В этом контексте работа на сниженной оптической мощности может осуществляться при ее постоянном или пульсирующем уровне, при условии что он не превышает уровня опасности 1М (или 3В для мест проведения контроля).

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Следует принять меры, с тем чтобы возможное наличие обратного отраженного вынужденного рамановского усиленного излучения не препятствовало правильному функционированию детекторов пропадания сигнала.

1.2 Описание процедуры APR с использованием OSC совместного распространения

На рисунке I.1 показана многоканальная конфигурация, в верхней линии которой, помимо "трафика", канал OSC, называемый OSC-WE, направлен от западного мультиплексора к восточному, а в нижней линии OSC, называемый OSC-EW, – от восточного мультиплексора к западному. В контексте данного примера такая конфигурация называется конфигурацией совместного распространения.

В случае, когда потеря целостности происходит в точке А секции OTS, представленной на рисунке I.1, в приемном интерфейсе R2 произойдет как LOS-P (LOS полезной нагрузки), так и LOS-O (LOS служебной нагрузки). Тогда, согласно процедуре APR, описанной в 6.2, оптическую мощность в передающем интерфейсе T2, следует существенно снизить до соответствия конкретному уровню опасности. В случае использования рамановских усилителей с обратной накачкой мощность, введенную обратно в верхнюю линию от приемного интерфейса R2, следует также снизить. В то же время необходимо, чтобы OSC-EW послал сигнал в направлении приемного интерфейса R1 для информирования о том, что в передающем интерфейсе T1 следует соответственно снизить оптическую мощность. Мощности полезной нагрузки как в T1, так и в T2 следует снижать за определенное время, которое зависит от ряда параметров, например рабочей мощности внутри волокна, диаметра волокна и длины волны. Более подробные сведения представлены в МЭК 60825-1. Следует отметить, что в приемном интерфейсе R1 также будет иметь место LOS-P, но не LOS-O, и, следовательно, (если это имеет место) мощность, обратно накачанную рамановскими усилителями в нижнюю линию на приемный интерфейс R1, снижать не нужно.

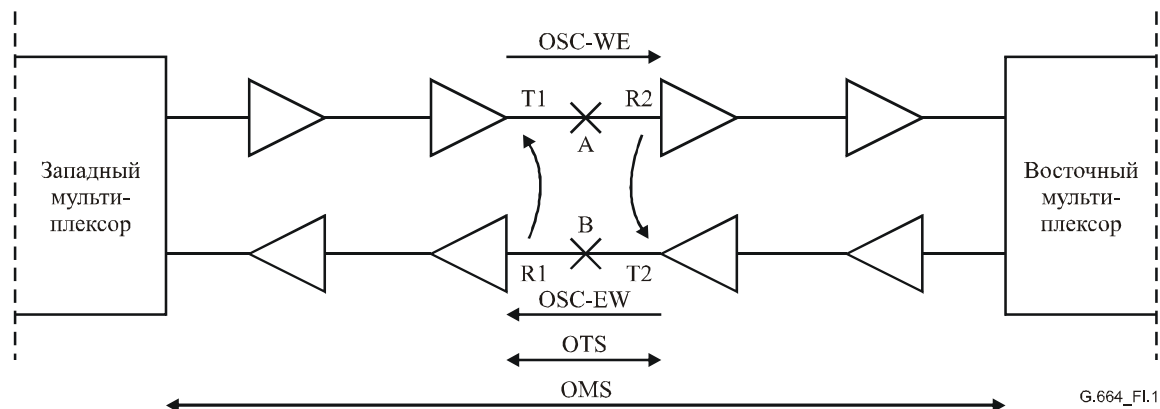


Рисунок I.1/G.664 – Описание возможности APR в случае потери целостности в кабеле в конфигурации, имеющей OSC совместного распространения

Как только целостность волоконного кабеля в точке А будет восстановлена, исчезнет LOS-O в приемном интерфейсе R2, и связь по OSC будет восстановлена в полном объеме. Теперь целостность всего соединения гарантирована. Мощность в передающем интерфейсе T2 и обратная накачка (если она имеет место) в приемном интерфейсе R2 могут немедленно восстановиться, тогда как OSC-EW направит в R1 сигнал о том, что мощность полезной нагрузки в передающем интерфейсе T1 также может быть восстановлена.

Случай возникновения потери целостности волокна в точке В, как показано на рисунке I.1, полностью эквивалентен потерям целостности волокна в точке А.

В том случае, когда имеет место одновременная потеря целостности в обоих направлениях (в обеих точках А и В), LOS-P и LOS-O произойдут на обоих приемных интерфейсах R1 и R2, что немедленно инициирует снижение мощности полезной нагрузки как в T1, так и в T2 и обратную накачку мощности как в R1, так и в R2. Во всех случаях оптическая мощность, связанная с OSC, будет сохранена.

Последовательность действий/событий:

- 1) Потеря целостности в точке А;
- 2) LOS-O И LOS-P в R2;
- 3) Снижение мощности в T2 И снижение накачиваемой в обратном направлении мощности в R2 и OSC-EW, что сигнализирует в R1 о потери целостности;
- 4) LOS-P И прием сообщения от OSC-EW;
- 5) LOS-P ИЛИ сообщение о приеме от OSC-EW в R1 инициирует снижение мощности в T1;
- 6) Снижение мощности линии до безопасного уровня;
- 7) Устранение потери целостности в точке А;
- 8) Устранение LOS-O в R2, информирование о полном восстановлении линий OSC в направлении как WE, так и EW, что подтверждает целостность линии;
- 9) Восстановление мощности обратной накачки в R2 И мощности прямой закачки в T2 И направление сообщения от OSC-EW в западный мультиплексор о восстановлении целостности линии;
- 10) Устранение LOS-P в R1 и получение R1 сообщения от OSC-EW об устранении неисправности;
- 11) Восстановление закачанной вперед мощности в T1;
- 12) Устранение LOS-P в R2;
- 13) Работа линии полностью восстановлена.

1.3 Описание процедуры APR с использованием OSC противоположного распространения

На рисунке I.2 показана многоканальная конфигурация, в верхней линии которой, помимо "трафика", имеется канал OSC, называемый OSC-WE. В отличие от конфигурации, описанной в I.2, этот OSC направлен противоположно – от восточного мультиплексора к западному. В нижней линии OSC, называемый OSC-EW, направлен от западного мультиплексора к восточному, а также противоположно трафику. В контексте данного примера эта конфигурация называется конфигурацией распространения в противоположном направлении.

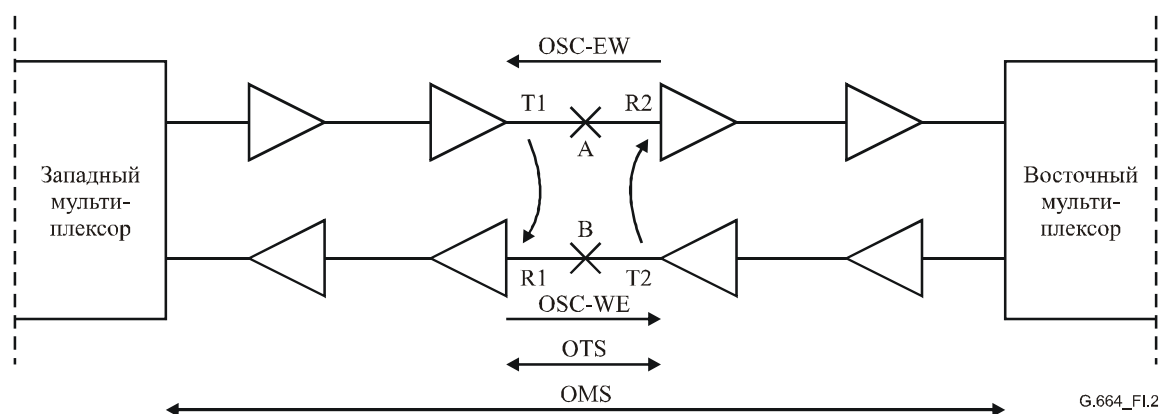


Рисунок I.2/G.664 – Описание возможности APR в случае потери целостности кабеля в конфигурации с OSC противоположного распространения

В случае, когда потеря целостности происходит в точке А в секции OTS, указанной на рисунке I.2, в приемном интерфейсе R2 произойдет LOS-P (пропадание сигнала полезной нагрузки), а в передающем интерфейсе T1 –LOS-O (пропадание сигнала служебной нагрузки). Тогда сразу же следует в достаточной степени снизить оптическую мощность в передающем интерфейсе T1 и мощность обратной накачки в R2 (если это имеет место), чтобы соответствовать надлежащему уровню опасности. В этом случае верхняя линия безопасна, и нет необходимости выключать нижнюю линию, поскольку каждая линия может управляться отдельно.

Мощность как в T1, так и в R2 следует снижать за определенное время в зависимости от ряда параметров, например рабочей мощности в волокне, диаметра волокна и длины волны. Более подробные сведения содержатся в стандарте МЭК 60825-1.

Как только целостность в волоконном кабеле будет восстановлена, LOS-O в передающем интерфейсе T1 исчезнет, и на верхней линии полностью восстановится связь канала OSC. Теперь полная целостность соединения гарантирована, о чем будет сообщено с западного мультиплектора на восточный посредством OSC-WE на нижней линии. Мощность в передающем интерфейсе T1, а также обратная накачка (при ее наличии) в приемном интерфейсе R2 могут быть немедленно восстановлены.

Случай возникновения потери целостности волокна в точке В, как показано на рисунке I.2, полностью эквивалентен потерям целостности волокна в точке А.

В том случае, когда имеет место одновременная потеря целостности в обоих направлениях (в обеих точках А и В), LOS-P возникнет на обоих приемных интерфейсах R1 и R2, а LOS-O возникнет на обоих передающих интерфейсах T1 и T2. Это немедленно инициирует снижение мощности полезной нагрузки в T1 и в T2 и мощности обратной накачки в R1 и в R2. Во всех случаях оптическая мощность, связанная с OSC, будет сохранена.

Последовательность действий/событий:

- 1) Потеря целостности в точке А;
- 2) LOS-O И LOS-P в R2;
- 3) Снижение мощности в T2, связанное с трафиком, И снижение мощности обратной накачки в R2;
- 4) Снижение мощности линии до безопасного уровня;
- 5) Восстановление целостности линии в точке А;
- 6) Устранение LOS-O в T1, информирование о полном восстановлении линии OSC в направлении EW, подтверждая тем самым возможность установления соединения в линии;
- 7) Восстановление закачанной вперед мощности в T1 И направление сообщения из OSC-WE в восточный мультиплексор о восстановлении целостности волокна;
- 8) Восстановление мощности обратной накачки в R2;
- 9) Устранение LOS-P в R2;
- 10) Работа линии полностью восстановлена.

Дополнение II

Описание процедур ALS/APSD для одноканальных систем связи из пункта в пункт с использованием СЦИ

II.1 Введение

В первой редакции настоящей Рекомендации описываемая в данном добавлении процедура ALS входила в основную часть документа. В силу произошедших с течением времени (с 1984 года) изменений в документах МЭК 60825-1 и -2 процедура ALS уже не обеспечивает оптическую безопасность, предполагавшуюся изначально. В частности, использование повторяющегося импульса для перезапуска системы более не считается необходимым по изложенным ниже причинам. Кроме того, все уровни оптической мощности, описываемые в Рекомендации МСЭ-Т G.957, подпадают под категорию уровня опасности 1 (полная безопасность), а описываемые в Рекомендации МСЭ-Т G.691 находятся в пределах уровня опасности 1M, а также предшествовавшего уровня опасности 3A (безопасного без зрительных приспособлений).

Поскольку процедура ALS в течение ряда лет широко применялась в оконечном оборудовании СЦИ, она приведена в п. II.2 как историческая справка. Кроме того, усовершенствованная процедура ALS применительно к линейным усилителям описывается в п. II.3. В последнем случае используются более длительные импульсы перезапуска, что делает эту процедуру еще менее пригодной.

Процедура ALS впервые была определена в 1989 году с использованием версии МЭК 60825 1984 года. Тогда уровни оптической мощности, описанные в Рекомендации МСЭ-Т G.957 для окон как 1310 (нм), так и 1550 (нм) считались выше уровня опасности 1.

С тех пор стандарт МЭК 60825-1 подвергся различным модификациям. Последним официальным вариантом является издание 1.2 (2001-08).

В частности, применительно к импульсу перезапуска длительностью 2,25 с, AEL (пределы доступного излучения) были модифицированы в представляющем интерес диапазоне времени экспозиции (от 0,35 до 10 с).

По формуле, представленной в МЭК 60825-1, можно вычислить, что для системы 1550 нм, использующей ALS и имеющей уровень опасности 1, максимальная оптическая мощность в течение 2,25-секундного импульса перезапуска может составлять "всего лишь" 1,7 дБ выше предела уровня опасности 1 при непрерывной мощности. В случае, когда мощность импульса перезапуска (которая может быть равна полной эксплуатационной мощности) превышает это значение, система может превысить уровень опасности 1, например, для нее уровень опасности может стать равным 1М. Это означает, что в данном случае использование процедуры ALS всего лишь снижает уровень опасности в очень ограниченном диапазоне от 0 до 1,7 дБ выше предела непрерывной мощности с уровнем опасности 1.

Пример: Система СЦИ, использующая бустер-усилитель, с выходной мощностью +16 дБм (уровень опасности 1М или прежний 3А) при использовании ALS все равно будет 1М. Таким образом, в этом случае при использовании ALS уровень опасности не понизится.

Другой более специфичный пример касается прикладных кодов U-16.2 и V-64.2b в Рекомендации МСЭ-Т G.691, где диапазон выходной мощности передатчика определен в пределах от +12 до +15 дБм. Это уровень опасности 1М с применением ALS и без него.

Однако применительно к одноканальным системам с высокими уровнями эксплуатационной мощности (вплоть до предела класса 3В) применение процедуры ALS может привести к снижению уровня опасности 1М (при условии соблюдения требований МЭК 60825-2 относительно выключения и перезапуска).

II.2 Одноканальная система связи из пункта в пункт с использованием СЦИ без линейных усилителей

В данном подразделе описывается процедура автоматического отключения лазера (ALS) и перезапуска применительно к одноканальным системам СЦИ, которая изначально предназначалась для поддержки требований оптической безопасности в поперечно совместимых оптических интерфейсах СЦИ. Применение этой процедуры в случае дополнительного наличия оптических линейных усилителей описано в п. II.3.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Как упоминалось в п. II.1, пониженный уровень опасности обычно не достигается по причине полной рабочей мощности в течение импульса перезапуска. Точный уровень опасности при использовании ALS зависит от ряда параметров, например рабочей мощности в волокне, диаметра волокна и длины волны передатчика. Подробности приводятся в стандарте МЭК 60825-1.

Данная процедура ALS состоит из двух частей – выключения и перезапуска. "Полное" выключение используется для того, чтобы инициировать пропадание сигнала в соответствующих приемниках. В частности, определение части перезапуска критически важно в случае с поперечно совместимыми интерфейсами (два различных поставщика оборудования на концах линии). В процедуре ALS используется регулярно передаваемый короткий импульс перезапуска с полной эксплуатационной оптической мощностью для проверки устранения неполадок на линии. Полная эксплуатационная мощность необходима для устранения дефектов пропадания сигнала в соответствующих приемниках.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Приводимая в данном пункте процедура ALS, в частности, связанные с этим временные постоянные, может быть корректной только в случае отсутствия какого-либо дополнительного оборудования между интерфейсами MPI-S и MPI-R (см. рисунок II.2).

В самом общем смысле одноканальная система СЦИ может состоять из двух терминалов (восточного и западного) и цепочки нескольких регенераторов, как показано на рисунке II.1. Оптические интерфейсы между этими терминалами и регенераторами предположительно должны

соответствовать Рекомендации МСЭ-Т G.957. Кроме того, могут иметь место оптические бустеры и предусилители для укрепления бюджета мощности этих интерфейсов.

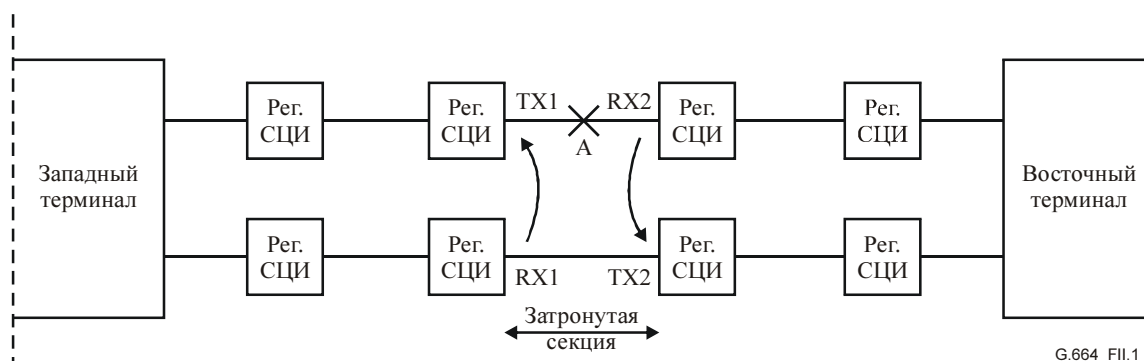


Рисунок II.1/G.664 – Пояснения к операции по ALS в случае потери целостности в кабеле в цепочке регенераторов СЦИ

На рисунке II.2 приведена эталонная конфигурация отдельно взятой секции из этой конфигурации.

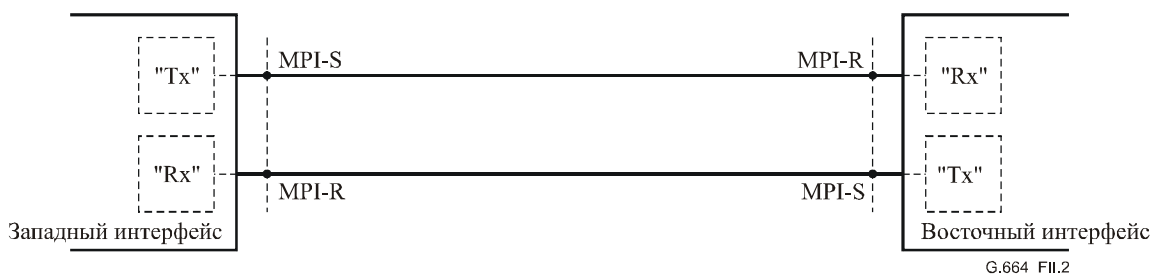


Рисунок II.2/G.664 – Эталонная конфигурация для описания возможности ALS

На рисунке III.2 "Tx" может быть либо передатчиком согласно Рекомендации МСЭ-Т G.957 (располагается в эталонной точке S), либо сюда может входить оптическое усиление для повышения выходной мощности (т. е. OAT или BA в сочетании с надлежащей адаптацией оборудования согласно Рекомендации МСЭ-Т G.957). Далее, Rx может быть либо приемником согласно Рекомендации МСЭ-Т G.957 (располагается в эталонной точке R), либо сюда может входить оптическое предусиление (т. е. OAR или PA, используемые в сочетании с надлежащей адаптацией оборудования согласно Рекомендации МСЭ-Т G.957). "Западный" и "восточный" интерфейсы могут быть частью окончного оборудования или электрических регенераторов.

В том случае, когда потеря целостности происходит в точке A на рисунке II.1, последующий дефект "пропадание сигнала" (dLOS) в "обычном" приемнике RX₂ используется для выключения выходной мощности "обычного" передатчика TX₂, который является смежным передатчиком в противоположном направлении. Это ведет к dLOS в "обычном" приемнике RX₁, который, в свою очередь, выключает "обычный" передатчик TX₁. После выключения выходная мощность передатчика должна находиться на уровне, достаточно низком для того, чтобы создать dLOS на стороне приемника. Определение LOS дается в Рекомендации МСЭ-Т G.783. Во всех случаях может отключаться только затронутая секция, как это показано на рисунке II.1.

Спустя по меньшей мере 500 мс непрерывного присутствия дефекта, LOS должна быть выдана команда на фактическое выключение, которая должна привести к снижению оптической выходной мощности в MPI-S в течение 800 мс, начиная с момента, когда в MPI-R произошло пропадание оптического сигнала.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – МЭК 60825-2 не требует полного выключения "обычных" передатчиков, но здесь оно необходимо, потому что в противном случае LOS могла быть не обнаружена в "обычном" приемнике. Остальная выходная мощность задействованных оптических усилителей после выключения "обычных" передатчиков должна находиться в пределах уровня опасности 1M относительно оборудования в местах ограниченного использования, учитывая, что это не исключает снижения до пределов уровня опасности 1 (включая возможность полного выключения).

Принято считать, что оптические бустеры работают в конфигурации "главный/подчиненный", т. е. при исчезновении входного сигнала выход следует выключить, а при возврате входного сигнала выходную мощность следует восстановить. Как поясняется в документе МЭК 60825-2, нет необходимости отключать выходную мощность предусилителя в случае, когда она находится в пределах уровня опасности 1 или 1M в достаточно предсказуемых условиях.

На рисунке II.3 показана концептуальная схема процедуры автоматического выключения и перезапуска лазера, и здесь следует заметить, что данный рисунок не рассматривается как диаграмма состояний. Пояснения относительно требований к временным параметрам, связанным с выключением, даны на рисунке II.4.

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Необходимо, чтобы при использовании автоматического выключения лазера не уменьшалась возможность секционирования дефекта в случае пропадания сигнала в передатчике или приемнике по причинам, не связанным с разрывом кабеля.

Согласно рисунку II.3 после восстановления целостности кабеля для возобновления передачи необходим автоматический или ручной перезапуск в TX₁ или TX₂. Принцип перезапуска выключенной системы заключается в использовании импульса перезапуска, который должен находиться в пределах уровня опасности 1M (не исключая уровня опасности 1), чтобы свести к минимуму риск воздействия опасных уровней мощности.

ПРИМЕЧАНИЕ 5. – Изложенное выше не означает, что как автоматический, так и ручной перезапуск осуществляются одновременно.

ПРИМЕЧАНИЕ 6. – На рисунке II.3. минимальная задержка между импульсами перезапуска составляет 100 с, однако, чтобы сохранить обратную совместимость с уже не существующими рекомендациями, может использоваться минимальная задержка 60 с, если оптическая мощность в импульсе перезапуска на 3 дБ ниже допустимой для 100-секундной минимальной задержки. Стандарт МЭК 60825 требует, чтобы в течение 100-секундного периода учитывалась общая энергия всех импульсов для вычисления уровня опасности.

Время реакции на активизацию комбинации "передатчик"/"приемник" (как показано на рисунке III.1), измеренное от входа "приемника" (точка MPI-R) до выхода передатчика (точка MPI-S), должно быть менее 0,85 с. Это время реакции 0,85 с соотносится с разницей во времени между моментом, когда свет проникает в "приемник" в точке MPI-R, и моментом, когда "передатчик", находясь в выключенном состоянии, начинает излучать свет в точке MPI-S. Оптические усилители перезапускаются в достаточной степени медленно (в пределах упомянутого выше времени реакции на активизацию), чтобы избежать, насколько это возможно, всплесков оптических сигналов.

Максимальное время деактивации бустера и предусилителей составляет 100 мс. Максимальное время активизации бустера и предусилителя составляет 100 мс и 300 мс, соответственно.

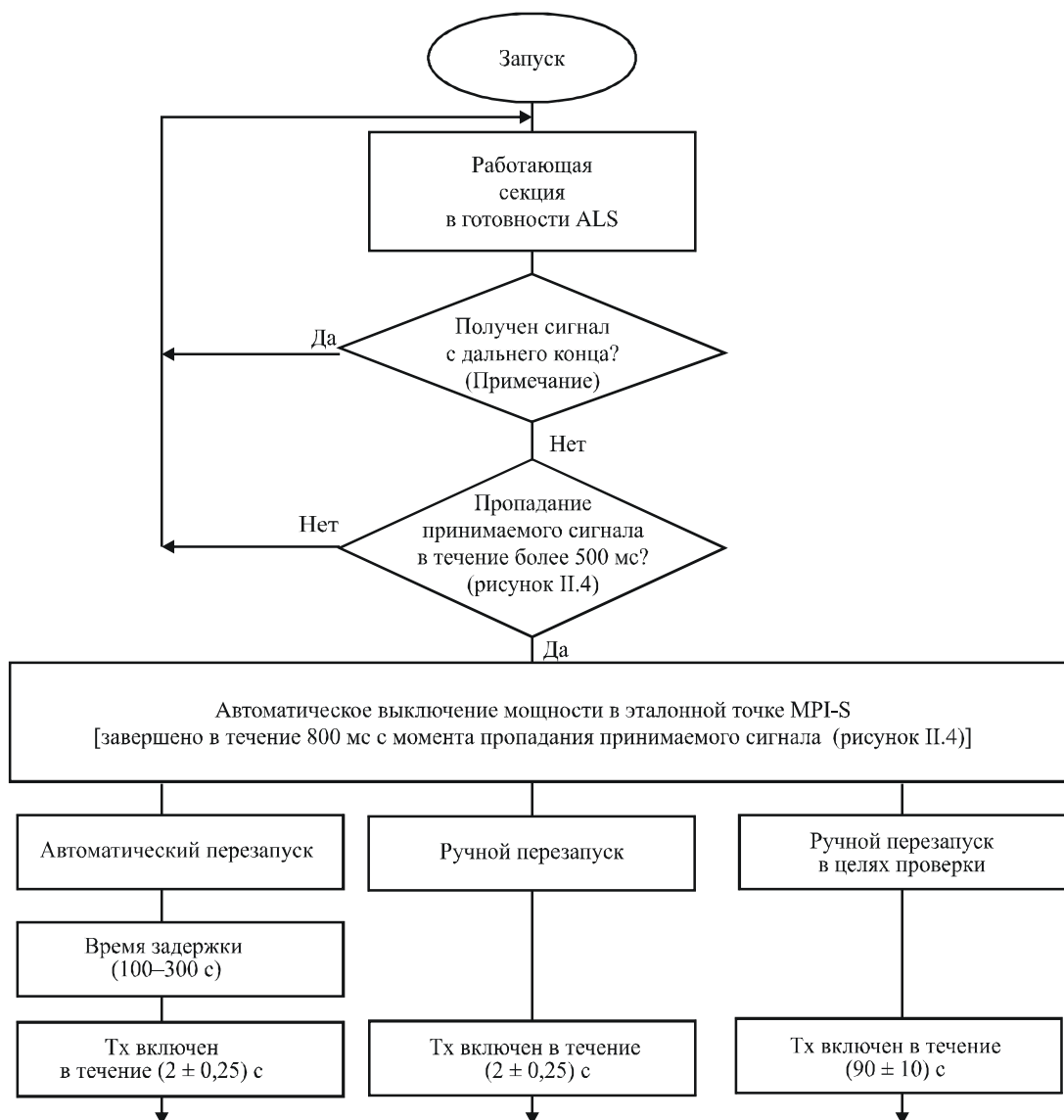
Различные временные константы приведены в таблице II.1.

При проверке и контроле можно отказаться от использования механизма выключения и включать лазер вручную.

ПРИМЕЧАНИЕ 7. – В ходе "ручного перезапуска в целях проверки" необходимо уделять особое внимание целостности соединения во избежание воздействия опасных оптических уровней, особенно в случае уровня опасности 3B применительно к оборудованию, находящемуся в местах ограниченного использования. Более того, во избежание случайного сверхизлучения рекомендуется использовать достаточно длительную задержку, например 100 с, между отдельными импульсами ручного перезапуска.

"Ручной перезапуск" или "ручной перезапуск в целях проверки" может активизироваться только при выключенном лазере.

В случае использования в электрическом домене защитного переключения (например, MSP или MSSPRING) приемник рабочего канала должен выключить передатчик рабочего канала. Подобным же образом, приемник защитного канала должен выключить передатчик защитного канала.



G.664 F11.3

ПРИМЕЧАНИЕ. – Блок решений "Получен сигнал с дальнего конца?" действует также при выключенном передатчике.

Рисунок П.3/G.664 – Концепция автоматического отключения и перезапуска лазера, включая необязательную процедуру проверки

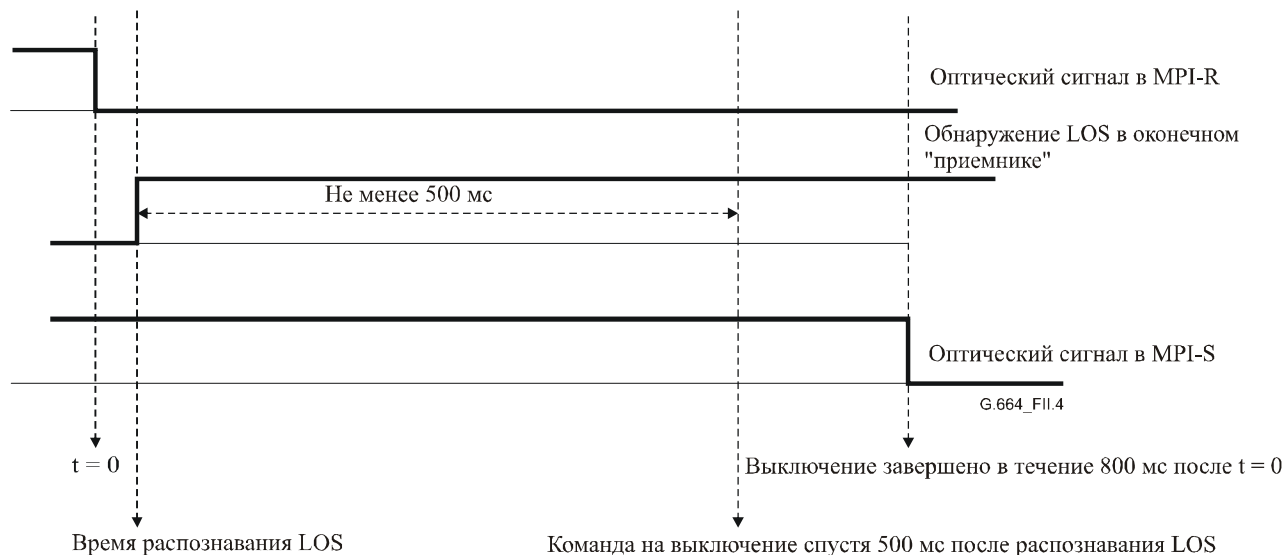


Рисунок II.4/G.664 – Пояснения к временным требованиям выключения

Таблица II.1/G.664 – Временные константы при автоматическом выключении

Временная постоянная	Эталонные точки	Значение	Примечание
Время включения реакции терминала	MPI-R к MPI-S	Макс. 850 мс	
Время выключения терминала	MPI-R к MPI-S	(500–800) мс	1
Время выключения ВА	R' к MPI-S	Макс. 100 мс	
Время включения ВА	R' к MPI-S	Макс. 100 мс	2
Время выключения РА	MPI-R к S'	Макс. 100 мс	2
Время включения РА	MPI-R к S'	Макс. 300 мс	2
Длительность импульса при ручном и автоматическом перезапуске	Не используется	(1,75–2,25) с	
Время повторения импульса при автоматическом перезапуске	Не используется	(100–300) с	
ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Условие LOS применимо и при наличии ASE.			
ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Эталонные точки S' и R' определены в Рекомендации МСЭ-Т G.662.			

II.3 Одноканальные связи из пункта в пункт с использованием системы СЦИ с линейными усилителями

В одноканальных системах связи СЦИ точка-точка между обычными терминалами и регенераторами СЦИ в некоторых специфических ситуациях вводятся оптические линейные усилители (дополнительно к введенным бустерам и предусилителям), чтобы увеличить физическое расстояние между этими терминалами и регенераторами. Эталонная конфигурация такого размещения показана на рисунке II.5. Кроме того, в подобных случаях линейные усилители должны действовать по схеме "главный/подчиненный", как уже пояснялось в п. II.2.

В целях обратной совместимости с уже не существующими Рекомендациями допускается использовать описываемые в данном пункте технические приемы для создания более безопасных рабочих условий в системах СЦИ с оптическими линейными усилителями, имеющих выходную эксплуатационную мощность на уровне опасности 3В в местах ограниченного использования.

В случае, когда потеря целостности в какой-либо точке между MPI-S и MPI-R (см. рисунок III.5), будет выключена не только секция, в которой случилось повреждение, но и все секции между MPI-S

и MPI-R. Линейные усилители обладают своими специфическими значениями времени реакции на активизацию и деактивацию (например, максимальное время активизации 300 мс и время деактивации 100 мс). Поэтому временные константы при выключении и перезапуске, как это изложено в п. 6.2, не обладают достаточной длительностью для обеспечения надлежащего функционирования процедуры ALS.

Во избежание воздействия опасных уровней мощности оптического излучения все усилители (бустеры и линейные усилители) должны иметь достаточно малое время деактивации, чтобы выключение всех усилителей между MPI-S и MPI-R могло быть осуществлено в течение 3 с с момента фактического разрыва соединения.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – В зависимости от фактической эксплуатационной мощности время выключения 3 с (определенное в прошлом) может оказаться недостаточно коротким. Рекомендуется проверка на соответствие стандарту МЭК 60825-1.

Для обеспечения возможности автоматического перезапуска находящихся в выключенном состоянии систем СЦИ с линейными усилителями может оказаться необходимым увеличить длительность импульса перезапуска (определенную в п. II.2) за пределы максимума 2,25 с (например, до $9 \pm 0,5$ с) с фактическим значением, зависящим от количества имеющихся линейных усилителей. Определение исправленной длительности импульса перезапуска, зависящей от фактического количества и выходной мощности введенных линейных усилителей, не входит в предмет рассмотрения настоящей Рекомендации. В местах ограниченного использования такой импульс перезапуска должен иметь уровень опасности 1М.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Фактический уровень мощности для обеспечения уровня опасности 1М зависит от длительности импульса перезапуска, т. е. более короткие импульсы перезапуска могут обладать более высоким уровнем мощности в сравнении с более длительными импульсами.

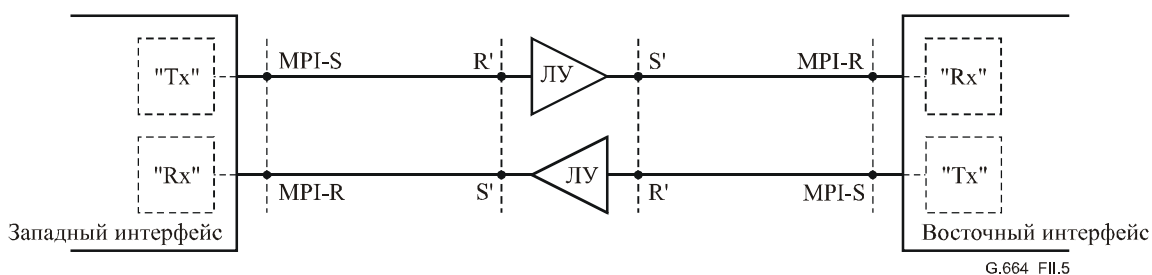


Рисунок II.5/G.664 – Эталонная конфигурация для описания возможности ALS при наличии линейных усилителей

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	Качество телефонной передачи, телефонные установки, сети местных линий
Серия Q	Коммутация и сигнализация
Серия R	Телеграфная передача
Серия S	Оконечное оборудование для телеграфных служб
Серия T	Оконечное оборудование для телематических служб
Серия U	Телеграфная коммутация
Серия V	Передача данных по телефонной сети
Серия X	Сети передачи данных, взаимосвязь открытых систем и безопасность
Серия Y	Глобальная информационная инфраструктура, аспекты межсетевого протокола и сети последующих поколений
Серия Z	Языки и общие аспекты программного обеспечения для систем электросвязи