



МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

МСЭ-Т

СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ МСЭ

G.662

(07/2005)

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

Характеристики среды передачи – Характеристики
оптических компонентов и подсистем

**Типовые характеристики приборов и
подсистем на базе оптических усилителей**

Рекомендация МСЭ-Т G.662

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	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.

Рекомендация МСЭ-Т G.662

Типовые характеристики приборов и подсистем на базе оптических усилителей

Резюме

Цель данной Рекомендации состоит в определении типовых характеристик, которые необходимы для спецификации оптических усилителей как приборов и подсистем, в первую очередь предназначенных для применения при цифровой передаче, а также в обеспечении максимальной совместимости с рекомендациями МСЭ-Т серии G по линейным системам и оборудованию.

Источник

Рекомендация МСЭ-Т G.662 была одобрена 14 июля 2005 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.

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

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

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

ПРИМЕЧАНИЕ

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

Соблюдение положений данной Рекомендации носит добровольный характер. Однако в Рекомендации могут содержаться определенные обязательные положения (например, для обеспечения возможности взаимодействия или применимости), и соответствие 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 то, что практическое применение или реализация этой 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 реализации этой Рекомендации. Однако те, кто будет применять Рекомендацию, должны иметь в виду, что это может не отражать самую последнюю информацию, и поэтому им настоятельно рекомендуется обращаться к патентной базе данных БСЭ.

© ITU 2005

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

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1	Область применения 1
2	Ссылки 1
3	Сокращения 2
4	Классификация устройств ОА 2
5	Типы подсистем ОА 3
6	Характеристики усилителей мощности 4
6.1	Одноканальные приложения 4
6.2	Многоканальные приложения 4
7	Характеристики предусилителей 5
7.1	Одноканальные приложения 5
7.2	Многоканальные приложения 5
8	Характеристики линейных усилителей 6
8.1	Одноканальные приложения 6
8.2	Многоканальные приложения 6
9	Характеристики передатчиков с оптическим усилением 7
9.1	Одноканальные приложения 7
9.2	Многоканальные приложения 7
10	Характеристики приемников с оптическим усилением 7
10.1	Одноканальные приложения 7
10.2	Многоканальные приложения 7

Рекомендация МСЭ-Т G.662

Типовые характеристики приборов и подсистем на базе оптических усилителей

1 Область применения

Данная Рекомендация применяется к дискретным приборам и подсистемам на базе оптических усилителей (ОА), предназначенных для использования в сетях передачи. Она охватывает как оптические волоконные усилители (ОФА), так и полупроводниковые оптические усилители (СОА).

Цель данной Рекомендации состоит в определении типовых характеристик, являющихся характерными для использования приборов ОА (таких, как усилители мощности, предусилители или линейные усилители) и подсистем ОА (таких, как передатчики с оптическим усилением или приемники с оптическим усилением), предназначенных, в первую очередь, для применения в цифровой передаче, при условии обеспечения максимальной совместимости с Рекомендациями МСЭ-Т серии G по линейным системам и оборудованию, например с такими Рекомендациями МСЭ-Т, как G.957 или G.959.1.

2 Ссылки

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 всем 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 в данной Рекомендации не придает ему как отдельному документу статус рекомендации.

- ITU-T Recommendation G.661 (1998), *Definition and test methods for the relevant generic parameters of optical amplifier devices and subsystems.*
- ITU-T Recommendation G.663 (2000), *Application related aspects of optical fibre amplifier devices and subsystems.*
- Рекомендация МСЭ-Т G.665 (2005 г.), *Типовые характеристики Рамановских усилителей и Рамановских усилительных подсистем.*
- ITU-T Recommendation G.691 (2003), *Optical interfaces for single channel STM-64 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.955 (1996), *Digital line systems based on the 1544 kbit/s and the 2048 kbit/s hierarchy on optical fibre cables.*
- ITU-T Recommendation G.957 (1999), *Optical interfaces for equipments and systems relating to the synchronous digital hierarchy.*
- Рекомендация МСЭ-Т G.959.1 (2003 г.), *Интерфейсы физического уровня оптической транспортной сети.*

3 Сокращения

В настоящей Рекомендации используются следующие сокращения:

BA	Промежуточный усилитель (мощности)
LA	Линейный усилитель
OA	Оптический усилитель
OAR	Приемник с оптическим усилением
OAT	Передачик с оптическим усилением
OFA	Оптический волоконный усилитель
PA	Предусилитель
Rx	(Оптический) приемник
СЦИ	Синхронная цифровая иерархия
SOA	Полупроводниковый оптический усилитель
Tx	(Оптический) передачик

4 Классификация устройств OA

Различные категории приложений OA определяются в зависимости от используемой технологии и видов применения самого OA. Классификация технологий оптических усилителей приводится в стандарте МЭК 61292-3.

Эти категории обозначаются заглавной буквой, цифрой и строчной буквой, как это определено в статье 5 Рекомендации G.661.

Усилитель мощности – это устройство OA с высоким значением мощности насыщения, предназначенное для использования непосредственно на выходе оптического передачика для увеличения уровня мощности сигнала.

Предусилитель – это устройство OA с очень низким уровнем шума, предназначенное для использования непосредственно на входе оптического приемника для увеличения его чувствительности.

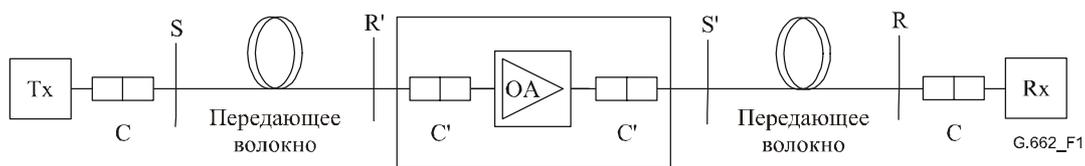
Линейный усилитель – это устройство OA с низким уровнем шума, предназначенное для использования между участками пассивного волокна для увеличения расстояния, охватываемого перед тем, как возникает необходимость в регенерации, или в соответствии с соединением "пункт – много пунктов" для компенсации потерь на ответвление в сети оптического доступа.

OAT – это подсистема OA, в которой усилитель мощности объединен с оптическим передачиком, что обеспечивает повышение мощности передачика.

OAR – это подсистема OA, в которой предусилитель объединен с оптическим приемником, что обеспечивает повышение чувствительности приемника.

Усилитель с распределенным усилением – это конфигурация устройства, которая обеспечивает усиление по увеличенной длине оптического волокна, используемого для передачи, как при Рамановской накачке, и таким образом распределенного по части или по всему расстоянию передачи.

В соответствии с этим критерием устройства OA (BA, PA или LA), включенные в оптический тракт, должны рассматриваться как отдельный элемент, размещенный между эталонными точками S и R, определенными в Рекомендациях МСЭ-Т серии G для линейного оконечного оборудования и регенераторов, как это показано на схеме, приведенной на рисунке 1. В случае промежуточного усилителя между передачиком и усилителем не будет передающего волокна. Аналогичным образом, для предусилителя не будет передающего волокна между усилителем и приемником. В соответствии с указанным рисунком, входные и выходные характеристики устройства OA должны определяться в эталонных точках R' и S', то есть перед и после устройства OA, соответственно. Считается, что, поскольку устройство OA не является ни регенератором, ни оконечным оборудованием, точки R и S являются виртуальными.



- S: Эталонная точка на оптическом волокне непосредственно после оптического подключения (C) передатчика
R: Эталонная точка на оптическом волокне непосредственно перед оптическим подключением (C) приемника
S': Эталонная точка на оптическом волокне непосредственно после оптического подключения (C') устройства ОА
R': Эталонная точка на оптическом волокне непосредственно перед оптическим подключением (C') устройства ОА

Рисунок 1/G.662 – Схема включения устройства ОА

В РА может входить оптический фильтр, например для сведения к минимуму шума устройства ОА, вносимого в суммарное значение шума, определяемого оптическим приемником, или для разделения сигналов в некоторых многоволновых приложениях. Такой фильтр может быть перестраиваемым вручную или автоматически в соответствии с длиной волны, а в системах с многими сигналами с различной длиной волны может потребоваться фильтрация на каждой длине волны.

Согласно определениям ВА, РА и LA и в соответствии с рисунком 1, возможные конфигурации приложений устройств ОА можно схематично представить следующим образом (здесь LA может представлять собой один линейный усилитель либо два или более каскадно соединенных линейных усилителей):

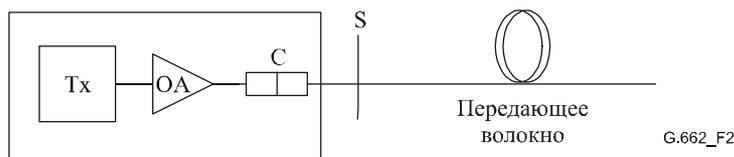
- Tx + BA + Rx;
- Tx + PA + Rx;
- Tx + LA + Rx;
- Tx + BA + PA + Rx;
- Tx + BA + LA + Rx;
- Tx + LA + PA + Rx;
- Tx + BA + LA + PA + Rx.

5 Типы подсистем ОА

К числу рассматриваемых в данной Рекомендации подсистем ОА относятся ОА, объединенные либо с оптическим передатчиком, либо с оптическим приемником, в которых указывается только выходной или входной порт, соответственно.

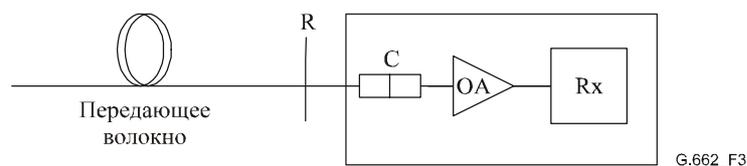
При обоих видах объединения подразумевается, что соединение между передатчиком или приемником и ОА может быть нестандартным и не подлежит спецификации. Следовательно, эталонная точка S может быть определена только для спецификации выходных характеристик ОАТ после ОА, как это указано на рисунке 2, а эталонная точка R может быть определена только для спецификации входных характеристик ОАР перед ОА, как это показано на рисунке 3.

Как и РА, ОАР может включать оптический фильтр, который можно перестраивать вручную или автоматически в соответствии с длиной волны сигнала.



- S: Эталонная точка на оптическом волокне непосредственно после оптического подключения (C) ОАТ

Рисунок 2/G.662 – Схема включения ОАТ



R: Эталонная точка на оптическом волокне непосредственно перед оптическим подключением (C) OAR

Рисунок 3/G.662 – Схема включения OAR

6 Характеристики усилителей мощности

6.1 Одноканальные приложения

Ниже приведен минимальный перечень соответствующих параметров для спецификации устройства ОА, используемого в качестве ВА для одноканальных приложений:

- a) Диапазон входной мощности.
- b) Диапазон выходной мощности.
- c) Диапазон длин волн для заданной мощности.
- d) Значение шума спонтанного сигнала.
- e) Входное отражение.
- f) Выходное отражение.
- g) Потери накачки по входу (применяется только для OFA).
- h) Максимально допустимое отражение на входе.
- i) Максимально допустимое отражение на выходе.
- j) Максимальная суммарная выходная мощность.

6.2 Многоканальные приложения

Ниже приведен минимальный перечень соответствующих параметров для спецификации устройства ОА, используемого в качестве ВА для многоканальных приложений:

- a) Распределение каналов.
- b) Суммарный диапазон входной мощности.
- c) Канальный диапазон входной мощности.
- d) Канальный диапазон выходной мощности.
- e) Значение шума спонтанного сигнала для канала.
- f) Входное отражение.
- g) Выходное отражение.
- h) Потери накачки по входу (применяется только для OFA).
- i) Максимально допустимое отражение на входе.
- j) Максимально допустимое отражение на выходе.
- k) Максимальная суммарная выходная мощность.
- l) Отклик коэффициента усиления при добавлении/удалении канала (устойчивое состояние).
- m) Отклик коэффициента усиления при добавлении/удалении канала (переходное состояние).

7 Характеристики предусилителей

7.1 Одноканальные приложения

Ниже приведен минимальный перечень соответствующих параметров для спецификации устройства ОА, используемого в качестве РА для одноканальных приложений:

- a) Диапазон входной мощности.
- b) Диапазон выходной мощности.
- c) Диапазон длин волн с усилением при низком уровне сигнала.
- d) Имеющийся диапазон длин волн сигнала.
- e) Перестраиваемый диапазон длин волн.
- f) Значение шума спонтанного сигнала.
- g) Входное отражение.
- h) Выходное отражение.
- i) Потери накачки по входу (применяется только для OFA).
- j) Максимально допустимое отражение на входе.
- k) Максимально допустимое отражение на выходе.
- l) Максимальная суммарная выходная мощность.
- m) Усиление при низком уровне сигнала.

7.2 Многоканальные приложения

Ниже приведен минимальный перечень соответствующих параметров для спецификации устройства ОА, используемого в качестве РА для многоканальных приложений:

- a) Распределение каналов.
- b) Суммарный диапазон входной мощности.
- c) Канальный диапазон входной мощности.
- d) Канальный диапазон выходной мощности.
- e) Значение шума спонтанного сигнала для канала.
- f) Входное отражение.
- g) Выходное отражение.
- h) Потери накачки по входу (применяется только для OFA).
- i) Максимально допустимое отражение на входе.
- j) Максимально допустимое отражение на выходе.
- k) Максимальная суммарная выходная мощность.
- l) Отклик коэффициента усиления при добавлении/удалении канала (устойчивое состояние).
- m) Отклик коэффициента усиления при добавлении/удалении канала (переходное состояние).
- n) Усиление канала.
- o) Многоканальное отклонение коэффициента усиления (межканальная разность коэффициента усиления).

8 Характеристики линейных усилителей

8.1 Одноканальные приложения

Ниже приведен минимальный перечень соответствующих параметров для спецификации устройства ОА, используемого в качестве LA для одноканальных приложений:

- a) Диапазон входной мощности.
- b) Диапазон выходной мощности.
- c) Выходная мощность насыщения.
- d) Диапазон длин волн с усилением при низком уровне сигнала.
- e) Значение шума спонтанного сигнала.
- f) Входное отражение.
- g) Выходное отражение.
- h) Максимально допустимое отражение на входе.
- i) Максимально допустимое отражение на выходе.
- j) Максимальная суммарная выходная мощность.
- k) Усиление при низком уровне сигнала.
- l) Дисперсия, обусловленная поляризацией (PMD).

8.2 Многоканальные приложения

Ниже приведен минимальный перечень соответствующих параметров для спецификации устройства ОА, используемого в качестве LA для многоканальных приложений:

- a) Распределение каналов.
- b) Суммарный диапазон входной мощности.
- c) Канальный диапазон входной мощности.
- d) Канальный диапазон выходной мощности.
- e) Значение шума спонтанного сигнала для канала.
- f) Входное отражение.
- g) Выходное отражение.
- h) Максимально допустимое отражение на входе.
- i) Максимально допустимое отражение на выходе.
- j) Максимальная суммарная выходная мощность.
- k) Отклик коэффициента усиления при добавлении/удалении канала (устойчивое состояние).
- l) Отклик коэффициента усиления при добавлении/удалении канала (переходное состояние).
- m) Усиление канала.
- n) Многоканальное отклонение коэффициента усиления (межканальная разность коэффициента усиления)
- o) Разность изменения многоканального коэффициента усиления (межканальная разность изменения коэффициента усиления).
- p) Наклон многоканального коэффициента усиления (межканальный коэффициент изменения коэффициента усиления).
- q) Дисперсия, обусловленная поляризацией (PMD).

9 Характеристики передатчиков с оптическим усилением

9.1 Одноканальные приложения

Ниже приведен минимальный перечень соответствующих параметров для спецификации устройства ОА, используемого в качестве ОАТ для одноканальных приложений:

- a) Скорость передачи.
- b) Прикладной код.
- c) Диапазон рабочих длин волн сигнала.
- d) Диапазон выходной мощности (сигнала).
- e) Ширина линии излучения сигнала.
- f) Коэффициент подавления побочной моды.
- g) Коэффициент затухания.
- h) "Глазковая" маска.
- i) Оптическое отношение сигнал-шум на выходе.
- j) Выходное отражение.
- k) Максимально допустимое отражение на выходе.
- l) Максимальная суммарная выходная мощность.

9.2 Многоканальные приложения

Ниже приведен минимальный перечень соответствующих параметров для спецификации устройства ОА, используемого в качестве ОАТ для многоканальных приложений:

В процессе изучения.

10 Характеристики приемников с оптическим усилением

10.1 Одноканальные приложения

Ниже приведен минимальный перечень соответствующих параметров для спецификации устройства ОА, используемого в качестве ОАР для одноканальных приложений:

- a) Скорость передачи.
- b) Прикладной код.
- c) Диапазон рабочих длин волн сигнала.
- d) Чувствительность.
- e) Перегрузка.
- f) Дисперсные потери, обусловленные оптическим трактом.
- g) Перестраиваемый диапазон длин волн.
- h) Входное отражение.
- i) Максимально допустимое отражение на входе.
- j) Коэффициент ошибок по битам.

10.2 Многоканальные приложения

Ниже приведен минимальный перечень соответствующих параметров для спецификации устройства ОА, используемого в качестве ОАР для многоканальных приложений:

В процессе изучения.

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 межсетевых протоколов и сети последующих поколений
Серия Z	Языки и общие аспекты программного обеспечения для систем электросвязи