

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»**

С. А. Бочкарева, Н. Ю. Гришаева

**СТРУКТУРНЫЕ СХЕМЫ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

(учебное пособие)

2012

ВВЕДЕНИЕ

Пособие предназначено для студентов первого курса радиотехнического факультета Томского университета систем управления и радиоэлектроники, изучающих учебную дисциплину "Инженерная и компьютерная графика" и выполняющих в учебных целях структурные схемы телекоммуникационных систем. Оно может использоваться и на других факультетах и вузах для аналогичных целей.

Цель учебного пособия – дать необходимые сведения и примеры для выполнения структурных схем телекоммуникационных систем в соответствии с требованиями стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД). Предоставить в распоряжение студента его вариант задания.

1. ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ТЕРМИНОЛОГИЯ

Системы телекоммуникаций - комплекс технических средств, предназначенных для передачи информации на расстояние.

Схема – это документ, на котором показаны в виде условных графических изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними [1].

Виды схем классифицируются в зависимости от видов элементов и связей, входящих в состав изделия (установки), их коды представлены в таблице 1 [1].

Таблица 1.

Вид схемы	Определение	Код вида схемы
Схема электрическая	Документ, содержащий в виде условных изображений или обозначений составные части изделия, действующие при помощи электрической энергии, и их взаимосвязи	Э
Схема гидравлическая	Документ, содержащий в виде условных изображений или обозначений составные части изделия, использующие жидкость, и их взаимосвязи	Г
Схема пневматическая	Документ, содержащий в виде условных изображений или обозначений составные части изделия, использующие воздух, и их взаимосвязи	П
Схема газовая (кроме пневматической схемы)	Документ, содержащий в виде условных изображений или обозначений составные части изделия, действующие с использованием газа, и их взаимосвязи	Х
Схема кинематическая	Документ, содержащий в виде условных изображений или обозначений механические составные части и их взаимосвязи	К
Схема вакуумная	Документ, содержащий в виде условных изображений или обозначений составные части изделия, действующие при помощи	В

	вакуума либо создающие вакуум, и их взаимосвязи	
Схема оптическая	Документ, содержащий в виде условных изображений или обозначений оптические составные части изделия по ходу светового луча	Л
Схема энергетическая	Документ, содержащий в виде условных изображений или обозначений составные части энергетических установок и их взаимосвязи	Р
Схема деления	Документ, содержащий в виде условных обозначений состав изделия, входимость составных частей, их назначение и взаимосвязи	Е
Схема комбинированная	Документ, содержащий элементы и взаимосвязи различных видов схем одного типа	С

Виды схем в зависимости от основного назначения подразделяются на типы. *Типы схем* и их коды представлены в таблице 2 [1].

Таблица 2.

Тип схемы	Определение	Код типа схемы
Схема структурная	Документ, определяющий основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязи	1
Схема функциональная	Документ, разъясняющий процессы, протекающие в отдельных функциональных цепях изделия (установки) или изделия (установки) в целом	2
Схема принципиальная (полная)	Документ, определяющий полный состав элементов и взаимосвязи между ними и, как правило, дающий полное (детальное) представления о принципах работы	3

	изделия (установки)	
Схема соединений (монтажная)	Документ, показывающий соединения составных частей изделия (установки) и определяющий провода, жгуты, кабели или трубопроводы, которыми осуществляются эти соединения, а также места их присоединений и ввода (разъемы, платы, зажимы и т.п.)	4
Схема подключения	Документ, показывающий внешние подключения изделия	5
Схема общая	Документ, определяющий составные части комплекса и соединения их между собой на месте эксплуатации	6
Схема расположения	Документ, определяющий относительное расположение составных частей изделия (установки), а при необходимости, также жгутов (проводов, кабелей), трубопроводов, световодов и т.п.	7
Схема объединенная	Документ, содержащий элементы различных типов схем одного вида	0
Примечание - Наименования типов схем, указанные в скобках, устанавливают для электрических схем энергетических сооружений.		

В данном учебном пособии рассматривается структурная схема.

Схемы структурные разрабатывают при проектировании изделий (установок, систем связи) на стадиях предшествующих разработке других типов схем, и пользуются ими для общего ознакомления с изделием (установкой, системой связи).

В схемах используют стандартные условные графические обозначения (УГО). При отсутствии стандартного графического обозначения допускается использовать нестандартное графическое обозначение, при этом на схеме должно быть необходимое пояснение.

Элемент схемы – составная часть схемы, которая выполняет определённую функцию в изделии и не может быть разделена на части, имеющие самостоятельное назначение и собственные условные графические и буквенно-цифровые обозначения. Элементами схемы являются: линия связи, резистор, конденсатор, диод, транзистор и т.п.

Линия связи на схеме – отрезок линии, указывающей на наличие связи между функциональными частями схемы.

Устройство - совокупность элементов, представляющая единую конструкцию (многоконтактное реле, плата, блок и т.п.)

Позиционное обозначение – цифровое, буквенное, буквенно-цифровое обозначение элемента, устройства и функциональной группы на схеме.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое "схема"?
2. Что такое "типы схем"?

2. ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ СТРУКТУРНЫХ СХЕМ

Основные правила выполнения структурных схем определяет ГОСТ 2.702-75 [2].

1. На структурной схеме изображают все основные функциональные части изделия (элементы, устройства и функциональные группы) и основные взаимосвязи между ними.

2. Функциональные части на схеме изображают в виде прямоугольника или условных графических обозначений.

3. Графическое построение схемы должно давать наиболее наглядное представление о последовательности взаимодействия функциональных частей в изделии.

На линиях взаимосвязей рекомендуется стрелками обозначать направление хода процессов, происходящих в изделии.

4. На схеме должны быть указаны наименования каждой функциональной части изделия, если для ее обозначения применен прямоугольник.

На схеме допускается указывать тип элемента (устройства) и (или) обозначение документа (основной конструкторский документ, государственный стандарт, технические условия), на основании которого они применены.

При изображении функциональных частей в виде прямоугольников наименования, типы и обозначения рекомендуется вписывать внутрь прямоугольников.

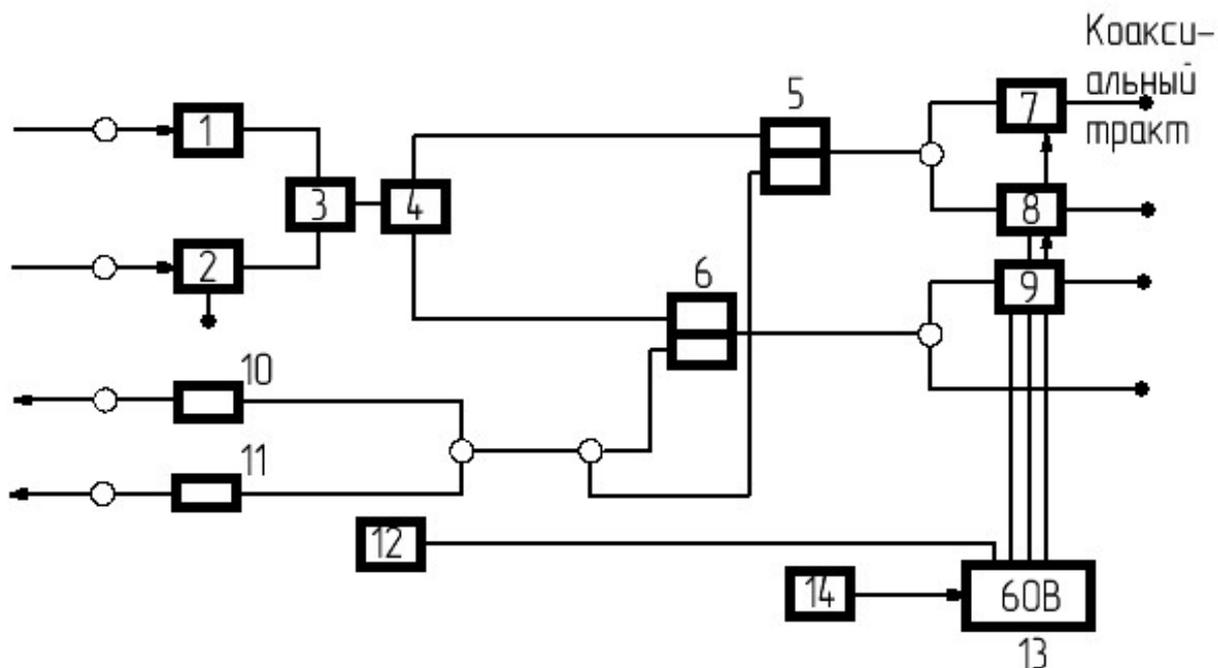
5. При большом количестве функциональных частей допускается взамен наименований, типов и обозначений проставлять порядковые номера справа от изображения или над ним, как правило, сверху вниз в направлении слева направо. В этом случае наименования, типы и обозначения указывают в таблице, помещаемой на поле схемы.

6. Допускается помещать на схеме поясняющие надписи, диаграммы или таблицы, определяющие последовательность процессов во времени, а также указывать параметры в характерных точках (величины токов, напряжений, формы и величины импульсов, математические зависимости и т.п.).

3. ЗАДАНИЯ

В данном учебном пособии (см. приложение 1) приведено двенадцать вариантов заданий для выполнения учебной практической работы «Структурные схемы телекоммуникационных систем». Ниже на рис. 1. показан образец задания и пример его выполнения.

Структурная схема волоконно-оптического узла



Обозначения: 1, 2 – оптические приемники, соответственно основной и резервный; 3 – переключатель однополюсный; 4 – электронный усилитель мощности; 5, 6 – блоки распределительных фильтров; 7, 8, 9 – устройство согласования с коаксиальным трактом (включая резервный); 10, 11 – передающие оптоэлектронные модули; 12 – блок питания; 13 – источник внешнего питания; 14 – аккумуляторная батарея.

Примечание: использована литература [3, с. 70].

Рис. 1. Задание для выполнения структурной схемы.

Студент, выполняющий схему вручную, должен:

- 1) ознакомиться с заданием и данным методическим пособием,
- 2) подготовить стандартный лист ватмана формата А4 или А3 и необходимый чертёжный инструмент;
- 3) вычертить рамку и основную надпись в полном соответствии с требованиями соответствующих стандартов ЕСКД (см. приложение 2);
- 4) вычертить схему в полном соответствии с требованиями соответствующих стандартов ЕСКД, заменив нестандартные условные графические обозначения стандартными, приведенными в приложении 3);
- 5) обозначить буквенными обозначениями все условные графические обозначения элементов схемы, используя сокращения (см. приложение 4);
- 6) заполнить основную надпись, руководствуясь требованиями данного учебного пособия;
- 7) в назначенный срок законченную схему сдать преподавателю для проверки. Образец законченной схемы показан на рис. 2;
- 8) знать определения основных элементов, использованных в задании и приведенных в приложение 5.

Выполненное задание должно содержать:

- 1) рамку с заполненной основной надписью;
- 2) условные и упрощенные графические обозначения элементов схемы;
- 3) сокращенные обозначения элементов схемы;
- 5) текстовую информацию (при необходимости).

Примечание:

данное задание можно выполнять с использованием специальных программных пакетов: sPlan, Microsoft Office Visio и т.д., соблюдая приведенные в данном пособии требования.

Вопросы для самоконтроля

1. Кто назначает номер варианта задания?
2. Где взять свой вариант задания?

3. *Что должна содержать схема?*

4. *В какой последовательности рекомендовано выполнять схему?*

4. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ

4.1. Формат, рамка, основная надпись

Форматы листов схем выбирают в соответствии с требованиями, установленными в ГОСТ 2.301-68 и ГОСТ 2.004-88 [4], при этом основные форматы являются предпочтительными.

Выбранный формат должен обеспечивать компактное выполнение схемы, не нарушая ее наглядности и удобства пользования ею. Поскольку учебная схема сравнительно простая, её следует выполнить на формате А3 (420x297) или А4(210x297).

Рамка выполняется сплошной толстой основной линией. ЕСКД предписывает использовать ширину этой линии в пределах 0,5...1,4 мм в зависимости от формата и насыщенности чертежа. Насыщенность учебной схемы и формат невелики, поэтому следует использовать сплошную толстую основную линию шириной 0,8 мм. Рамка вычерчивается с отступами от краёв формата: слева – 20, а справа, сверху и снизу – по 5 мм.

В правой нижней части схемы располагают таблицу с необходимыми стандартными записями – всё это называют "Основной надписью". Необходимые размеры основной надписи приведены на рис. 3, а стандартные записи – на рис. 4.

Основные толстые линии следует выполнять шириной 0,8, а тонкие – шириной 0,3 мм.

В графу 1 (см. рис. 4) обычно записывают фамилию и инициалы разработчика схемы. Однако, учитывая учебный характер вычерчиваемой студентом схемы, в графу 1 студенту следует записать свою фамилию, расписаться в графе 2 и в графе 3 поставить дату завершения работы над

схемой, например, 20.03.12.

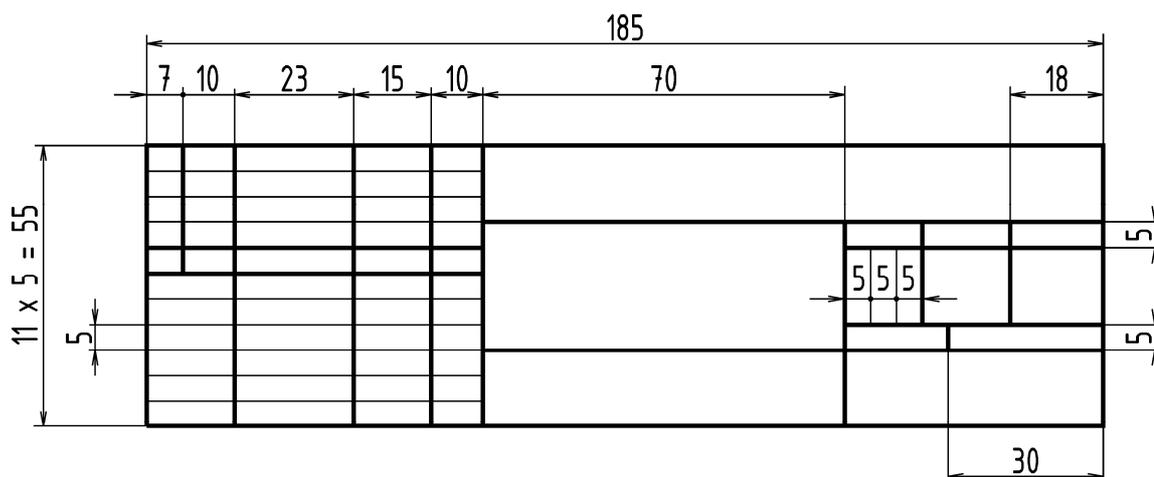


Рис. 3. Размеры граф основной надписи.

					7		
					Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	8		
Разраб.	1		2	3			
Пров.	4		5	6			
Т. контр.					Лист	Листов	
Н. контр.					9		
Утв.							

Рис. 4. Основная надпись с частью стандартных записей.

В графу 4 записывают фамилию и инициалы преподавателя, которому предполагается сдача схемы для проверки. Графы 5 и 6 заполняет проверяющий.

Примечание:

графы 2, 5, 6 не заполняются в случае выполнения схемы в электронном виде.

В графу 7 записывают обозначение неосновного конструкторского документа – схемы, формат записи которого определяется по ГОСТ 2.201-80 [5]. В общем виде обозначение неосновного конструкторского документа (схемы) выглядит так: XXXX.XXXXXX.XXXXXX, где первые четыре знака – код организации-разработчика изделия и схемы, вторая группа из шести знаков – код классификационной характеристики изделия, первые три знака третьей группы – порядковый регистрационный номер, последние два знака

– код документа (схемы), определяемый видом и типом схемы по таблицам 1 и 2.

Учитывая учебный характер схемы, обозначение неосновного конструкторского документа в графу 7 следует записывать так: "РТФ1.000000.000Э1". Аббревиатура "РТФ1" расшифровывается как "радиотехнический факультет, первый курс". При использовании учебного пособия на других факультетах может использоваться другая аббревиатура, например, "РКФ1", "ФВС1" и т.п.

В графу 8 записать наименование изделия, например, "Волоконно-оптический узел", и наименование неосновного конструкторского документа – "Схема электрическая структурная".

В графу 9 обычно записывают наименование или различительный индекс предприятия, выпускающего документ (схему). В выполняемой учебной схеме в эту графу следует записать наименования учебного заведения, факультета, кафедры и номер группы, где выполняется данная схема, например: "ТУСУР, РТФ, кафедра СВЧиКР, группа 151".

Записи в остальные графы либо не делаются, либо заполняются с учётом требований на конкретном предприятии.

Внимание! Все записи в учебной схеме следует выполнять стандартным чертёжным шрифтом, согласно требованиям ГОСТ 2.304-81 Шрифты чертёжные [4].

С целью практического освоения различных размеров стандартных шрифтов, запись в графу 7 следует выполнить шрифтом размера 7, наименование схемы в графе 8 – шрифтом размера 5 (или 2,5 – если текст не умещается), записи в других графах основной надписи и вне её – шрифтом размера 3,5. Для записей в схеме можно использовать либо шрифт типа А (прямой или наклонный), либо шрифт типа Б (прямой или наклонный), но, выбрав один из них, его и применить во всех записях схемы. Пример наклонного стандартного шрифта типа А показан в Приложении 2.

Вопросы для самоконтроля

1. На листе какого формата лучше выполнять задание?
2. Какой ширины должны быть линии рамки?
3. Какими шрифтами следует выполнять надписи в схеме?

4.2. Построение схемы

Схемы выполняют без соблюдения масштаба, действительное пространственное расположение составных частей изделия (установки) не учитывают или учитывают приближенно.

Графические обозначения элементов (устройств, функциональных групп) и соединяющие их линии связи следует располагать на схеме таким образом, чтобы обеспечить наилучшее представление о структуре изделия и взаимодействия его составных частей.

Примечание:

При наличии в изделии трех и более одинаковых элементов (устройств, функциональных групп), соединенных последовательно, допускается вместо изображения всех последовательно соединенных элементов (устройств, функциональных групп) изображать только первый и последний элементы (устройства, функциональные группы), показывая связи между ними штриховыми линиями.

Расстояние (просвет) между двумя соседними линиями графического обозначения должно быть не менее 1,0 мм.

Расстояние между соседними параллельными линиями связи должно быть не менее 3,0 мм. Расстояние между отдельными условными графическими обозначениями должно быть не менее 2,0 мм.

4.3. Графическое обозначение элементов схемы

Требования к графическому обозначению элементов схемы

определяются ГОСТ 2.701-84* [1].

При выполнении схем применяют следующие графические обозначения:

1) условные графические обозначения, установленные в стандартах Единой системы конструкторской документации, а также построенные на их основе;

2) прямоугольники;

3) упрощенные внешние очертания (в том числе аксонометрические).

При необходимости применяют нестандартизованные условные графические обозначения.

При применении нестандартизованных условных графических обозначений и упрощенных внешних очертаний на схеме приводят соответствующие пояснения.

Условные графические обозначения, для которых установлено несколько допустимых (альтернативных) вариантов выполнения, различающихся геометрической формой или степенью детализации, следует применять, исходя из вида и типа разрабатываемой схемы в зависимости от информации, которую необходимо передать на схеме графическими средствами. При этом на всех схемах одного типа, входящих в комплект документации, должен быть применен один выбранный вариант обозначения.

Применение на схемах тех или иных графических обозначений определяют правилами выполнения схем определенного вида и типа.

Условные графические обозначения элементов изображают в размерах, установленных в стандартах на соответствующие условные графические обозначения [6]. Условные графические обозначения, соотношения размеров которых приведены в соответствующих стандартах на модульной сетке, должны изображаться на схемах в размерах, определяемых по вертикали и горизонтали количеством шагов модульной сетки M (рис. 5). При этом шаг модульной сетки для каждой схемы может быть любым, но одинаковым для

всех элементов и устройств данной схемы.

Условные графические обозначения элементов, размеры которых в указанных стандартах не установлены, должны изображать на схеме в размерах, в которых они выполнены в соответствующих стандартах на условные графические обозначения.

Размеры условных графических обозначений, а также толщины их линий должны быть одинаковыми на всех схемах для данного изделия (установки).

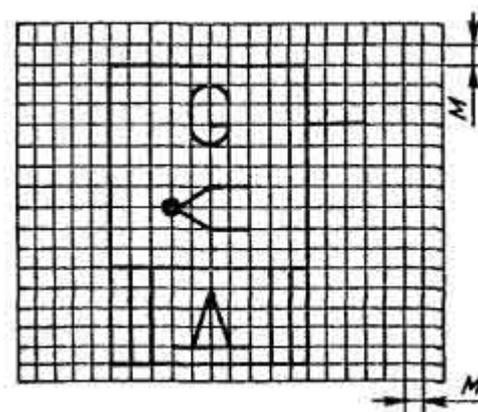


Рис. 5

Примечания:

1. Все размеры графических обозначений допускается пропорционально изменять.

2. Условные графические обозначения элементов, используемых как составные части обозначений других элементов (устройств), допускается изображать уменьшенными по сравнению с остальными элементами (например, резистор в ромбической антенне, клапаны в разделительной панели).

Графические обозначения на схемах следует выполнять линиями той же толщины, что и линии связи.

Условные графические обозначения элементов изображают на схеме в положении, в котором они приведены в соответствующих стандартах, или повернутыми на угол, кратный 90° , если в соответствующих стандартах

отсутствуют специальные указания. Допускается условные графические обозначения поворачивать на угол, кратный 45° , или изображать зеркально повернутыми.

Если при повороте или зеркальном изображении условных графических обозначений может нарушиться смысл или удобочитаемость обозначения, то такие обозначения должны быть изображены в положении, в котором они приведены в соответствующих стандартах.

Условные графические обозначения, содержащие цифровые или буквенно-цифровые обозначения, допускается поворачивать против часовой стрелки только на угол 90 или 45° .

Расстояние между соседними УГО должно быть не менее $2,0$ мм; расстояние между соседними параллельными линиями связи должно быть не менее $3,0$ мм; расстояние между соседними выводами УГО микросхемы должно быть не менее 5 мм. Элементы (устройства, функциональные группы), входящие в изделие и изображенные на схеме, должны иметь обозначения в соответствии со стандартами на правила выполнения конкретных видов схем.

Вопросы для самопроверки

- 1. Какими линиями следует вычерчивать УГО?*
- 2. Откуда брать размеры того или иного УГО?*

4.4. Буквенные обозначения

Согласно ГОСТ 2.710-81, обозначения могут быть буквенные, буквенно-цифровые и цифровые [7].

Элементы, входящие в изделие и не имеющие условного графического обозначения и изображенные на схеме в виде квадрата должны иметь стандартные сокращенные буквенные обозначения (см. приложение 4), расположенные внутри соответствующего элемента (или при недостатке

места рядом с ним). Если тип элемента (устройства) указан в задании, то его необходимо указывать внутри прямоугольника, в этом случае сокращенное наименование элемента (устройства) указывается рядом с прямоугольником.

Если стандартного буквенного обозначения из приложения 4 не найдено, то разрешается применять нестандартное буквенное обозначение, определяемое аббревиатурой названия элемента, например: схема накачки – СН. Нестандартные буквенные обозначения должны иметь соответствующие пояснения, приведенные на чертеже в виде текстовой информации (см. рис. 2).

Примечание:

в учебных целях все буквенные обозначения, в том числе и стандартные должны быть расшифрованы (см. рис. 2).

Элементы, входящие в изделие и изображенные на схеме в виде УГО, должны иметь буквенные обозначения, расположенные справа или сверху рядом с соответствующим УГО.

Порядковые номера элементам схемы следует присваивать, начиная с единицы, в пределах одной группы элементов, которым на схеме присвоено одинаковое буквенное позиционное обозначение, например: R1, R2, R3 и т. д.; С1, С2, С3 и т. д. Порядковые номера однотипным элементам схемы должны быть присвоены в соответствии с последовательностью их расположения на схеме в направлении сначала сверху вниз, а потом – слева направо.

Вопросы для самопроверки

- 1. Как определить стандартное сокращенное буквенное обозначение элемента схемы?*
- 2. Где указывать тип элемента?*
- 3. В каком случае следует присваивать элементам схемы порядковые номера?*

4.5. Линии связи

Линии связи выполняют толщиной от 0,2 до 1,0 мм в зависимости от форматов схемы и размеров графических обозначений. Рекомендуемая толщина линий от 0,3 до 0,4 мм.

Линии связи должны состоять из горизонтальных и вертикальных отрезков и иметь наименьшее количество изломов и взаимных пересечений.

Примечание:

в отдельных случаях допускается применять наклонные отрезки линий связи, длину которых следует по возможности ограничивать.

Линии связи, переходящие с одного листа или одного документа на другой, следует обрывать за пределами изображения схемы без стрелок.

Рядом с обрывом линии связи должно быть указано обозначение или наименование, присвоенное этой линии (например, номер провода, номер трубопровода, наименование сигнала или его сокращенное обозначение и т. п.), и в круглых скобках номер листа схемы и зоны при ее наличии при выполнении схемы на нескольких листах, например, лист 5 зона А6 (5, А6), или обозначение документа, при выполнении схем самостоятельными документами, на который переходит линия связи.

Линии связи должны быть показаны, как правило, полностью.

Примечание:

линии связи, в пределах одного листа, если они затрудняют чтение схемы, допускается обрывать. Обрывы линий связи заканчивают стрелками. Около стрелок указывают места обозначений прерванных линий, например, подключения, и (или) необходимые характеристики цепей, например, полярность, потенциал, давление, расход жидкости и т. п.

Вопросы для самопроверки

1. Как следует ориентировать линии связи?
2. На каком минимальном расстоянии могут находиться две соседние

линии связи?

4.6. Текстовая информация

На схемах допускается помещать различные технические данные, характер которых определяется назначением схемы. Такие сведения указывают либо около графических обозначений (по возможности справа или сверху), либо на свободном поле схемы. Около графических обозначений элементов и устройств помещают, например, номинальные значения их параметров, а на свободном поле схемы - диаграммы, таблицы, текстовые указания (диаграммы последовательности временных процессов, циклограммы, таблицы замыкания контактов коммутирующих устройств, указания о специфических требованиях к монтажу и т. п.).

Текстовые данные приводят на схеме в тех случаях, когда содержащиеся в них сведения нецелесообразно или невозможно выразить графически или условными обозначениями.

Содержание текста должно быть кратким и точным. В надписях на схемах не должны применяться сокращения слов, за исключением общепринятых или установленных в стандартах.

Текстовые данные в зависимости от их содержания и назначения могут быть расположены:

- рядом с графическими обозначениями;
- внутри графических обозначений;
- над линиями связи;
- в разрыве линий связи;
- рядом с концами линий связи;
- на свободном поле схемы.

Текстовые данные, относящиеся к линиям, ориентируют параллельно горизонтальным участкам соответствующих линий.

При большой плотности схемы допускается вертикальная ориентация

данных.

На схеме около условных графических обозначений элементов, требующих пояснения в условиях эксплуатации (например, переключатели, потенциометры, регуляторы и т. п.), помещают соответствующие надписи, знаки или графические обозначения.

Надписи, знаки или графические обозначения, предназначенные для нанесения на изделие, на схеме заключают в кавычки.

Если на изделие должна быть нанесена надпись в кавычках, то на поле схемы приводят соответствующие указания.

На поле схемы над основной надписью допускается помещать необходимые технические указания, например, требования о недопустимости совместной прокладки некоторых проводов, жгутов, кабелей, трубопроводов, величины минимально допустимых расстояний между проводами, жгутами, жгутами и кабелями, трубопроводами, данные о специфичности прокладки и защиты проводов, жгутов, кабелей и трубопроводов и т. п. При выполнении схемы на нескольких листах технические указания, являющиеся общими для всей схемы, следует располагать на свободном поле (по возможности над основной надписью) первого листа схемы, а технические указания, относящиеся к отдельным элементам, располагают или в непосредственной близости от изображения элемента или на свободном поле того листа, где они являются наиболее необходимыми для удобства чтения схемы.

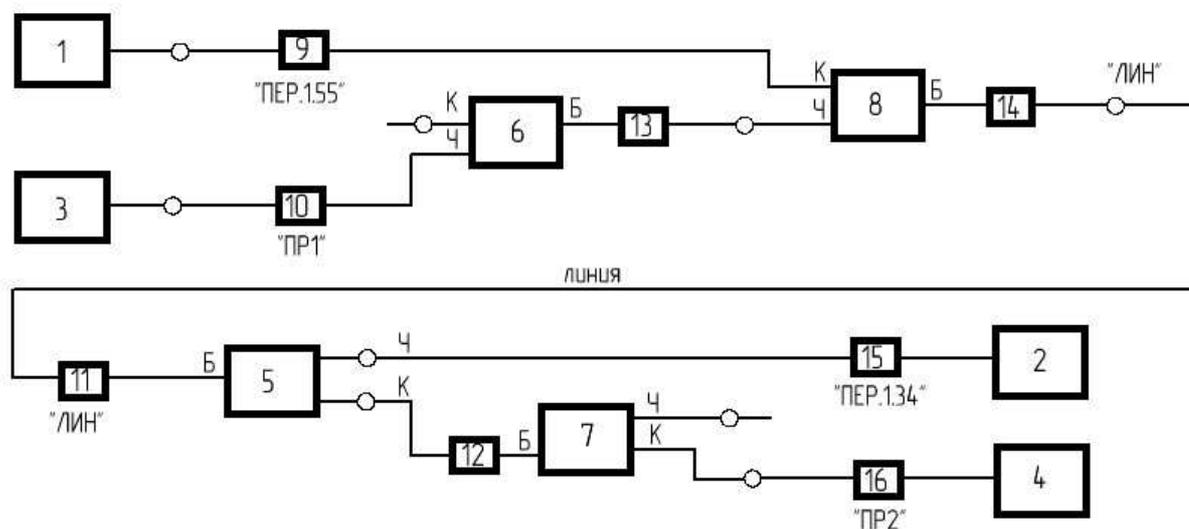
Вопросы для самоконтроля

2. *В каких случаях приводят на схеме текстовые данные?*
3. *Какие требования предъявляются к текстовым данным на схеме?*

ЗАДАНИЯ
НА ВЫПОЛНЕНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ
"СТРУКТУРНЫЕ СХЕМЫ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ"
(ДВЕНАДЦАТЬ ВАРИАНТОВ)

Вариант № 1

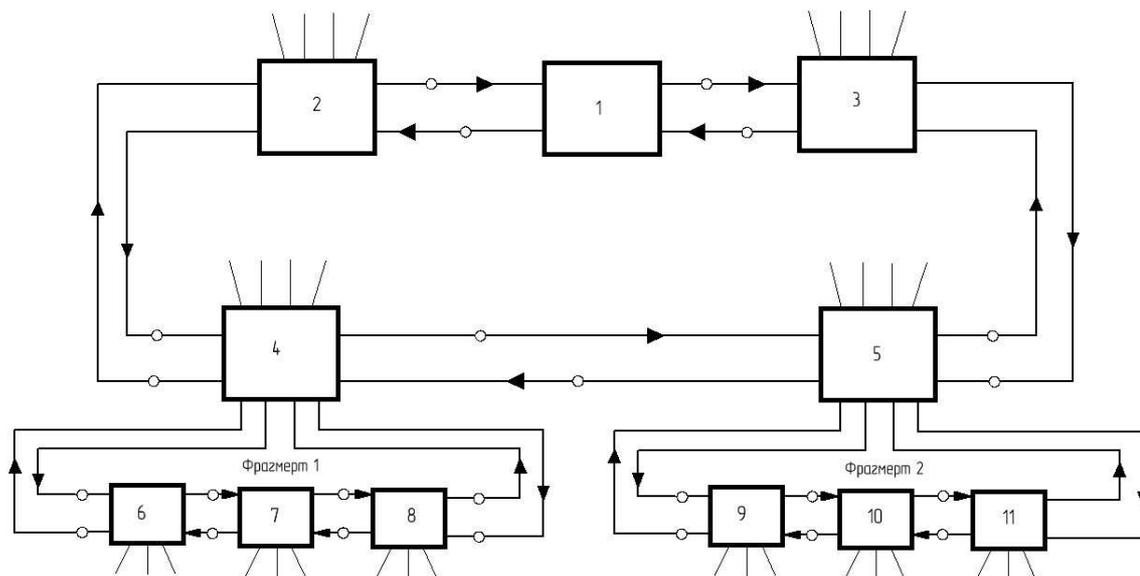
Оптическая схема WDM-дуплекса



Обозначения: 1, 2 – передающий оптоэлектронный модуль; 3, 4 – приемный оптоэлектронный модуль; 5-8 – мультиплексоры; 9-16 – оптические разъемные соединители.

Примечание: использована литература [3, с. 161].

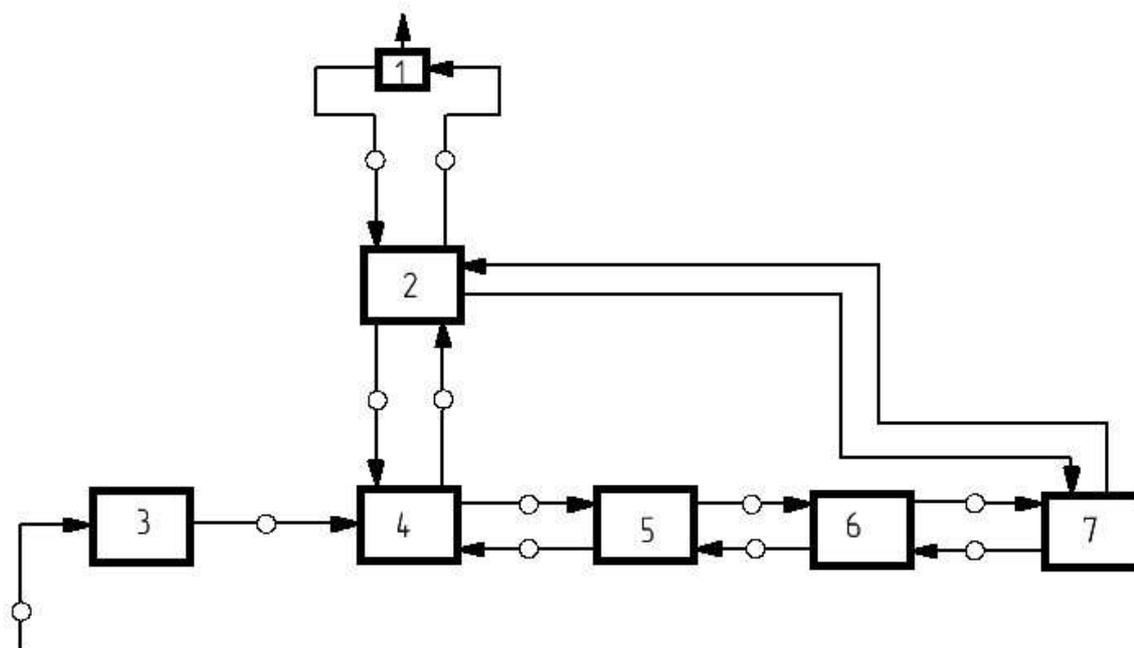
Фрагментированная кольцевая оптическая сеть



Обозначения: 1 – сетевая станция; 2 - 11 – концентратор телеграфной сети.

Примечание: использована литература [3, с. 195].

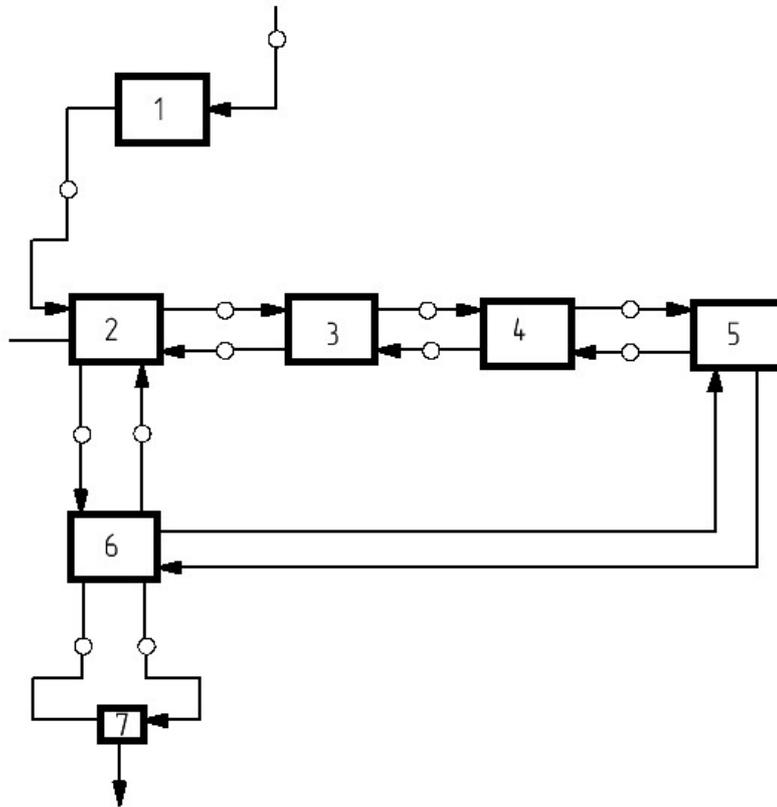
Схема организации связи № 1



Обозначения: 1 – блок оптического транспондера; 2 – оптический защитный блок; 3 – оптический усилитель мощности; 4, 6 – передающий оптоэлектронный модуль; 5, 7 – приемный оптоэлектронный модуль

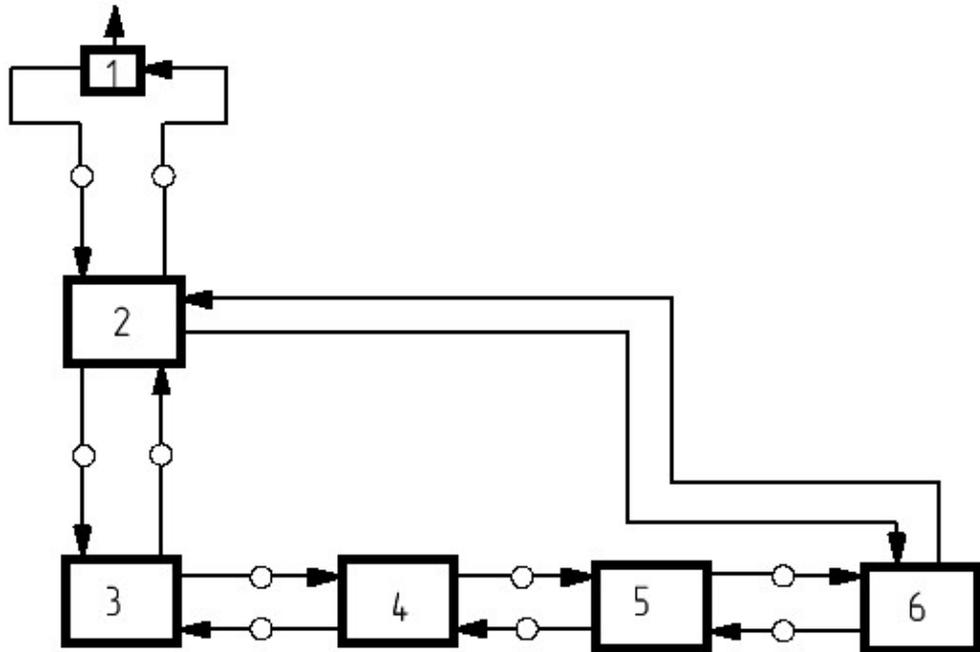
Вариант № 5

Схема организации связи № 2



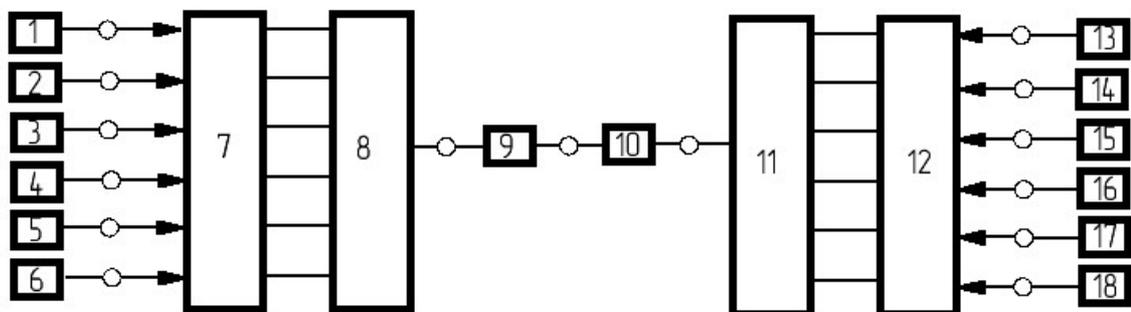
Обозначения: 1 – оптический усилитель мощности; 2, 4 – передающий оптоэлектронный модуль; 3, 5 – приемный оптоэлектронный модуль; 6 – оптический защитный блок; 7 – блок оптического транспондера.

Схема организации связи № 3



Обозначения: 1 – блок оптического транспондера; 2 – оптический защитный блок; 3, 5 – передающий оптоэлектронный модуль; 4, 6 – приемный оптоэлектронный модуль

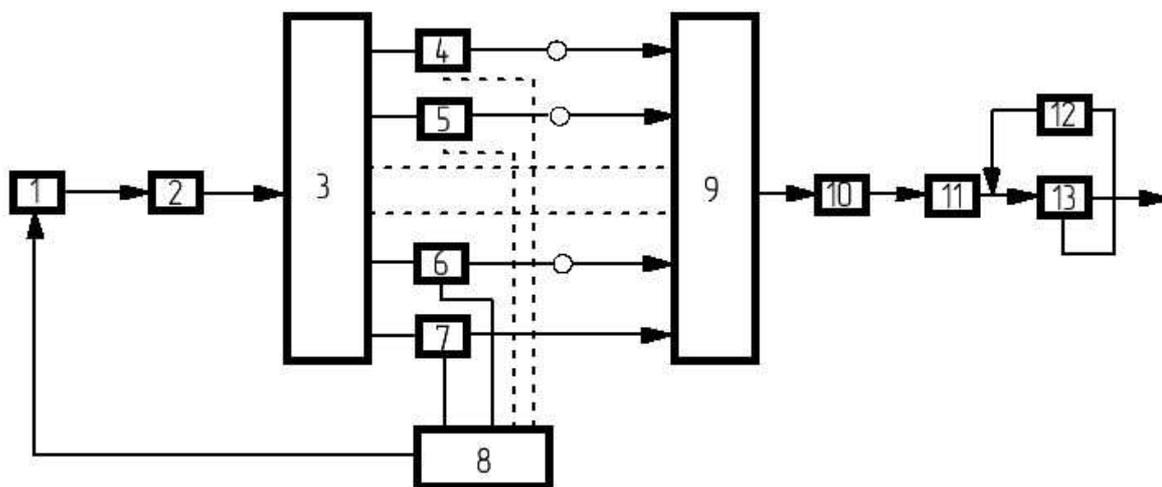
Структурная схема системы передачи с DWDM



Обозначения: 1-6 и 13-18 – аппаратура SDH; 7, 11 – транспондер; 8, 12 – мультиплексор; 9 – передающий оптоэлектронный модуль; 10 – приемный оптоэлектронный модуль.

Примечание: использована литература [8, с. 55].

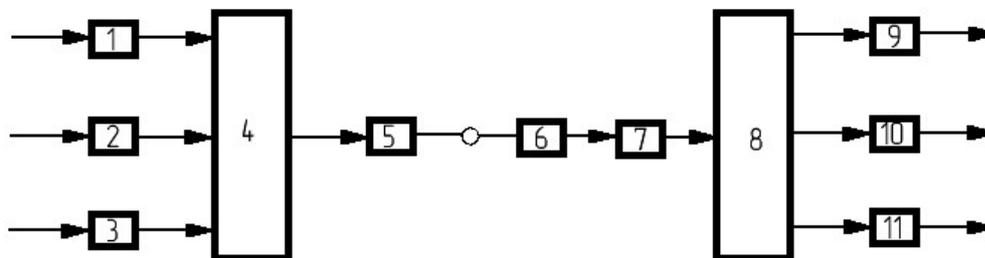
Схема реализации OTDM



Обозначения: 1 – лазер с синхронизацией мод; 2, 10, 11 – оптический усилитель мощности; 3 – оптический разветвитель активный; 4-8 – электрооптический модулятор; 9 – полный одnorазрядный сумматор; 12 – демультиплексор; 13 – синхронизирующее устройство.

Примечание: использована литература [8, с. 62].

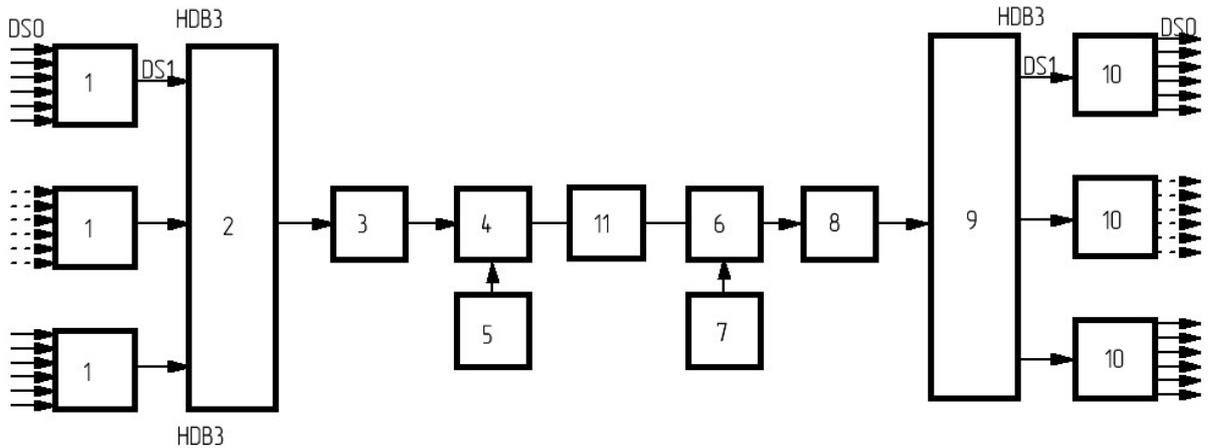
Структурная схема ВОЛС с уплотнением по полярности



Обозначения: 1, 3 – схемы согласования сигналов с модулятором по полярности; 2 – схема нормализации уровня несущей для согласования модулятором; 4 – модулятор; 5 – схема накачки; 6 – фотодетектор; 7 – электронный усилитель сигнала; 8 – демодулятор; 9-11 – схема нормализации параметров сигналов.

Примечание: использована литература [8, с. 66].

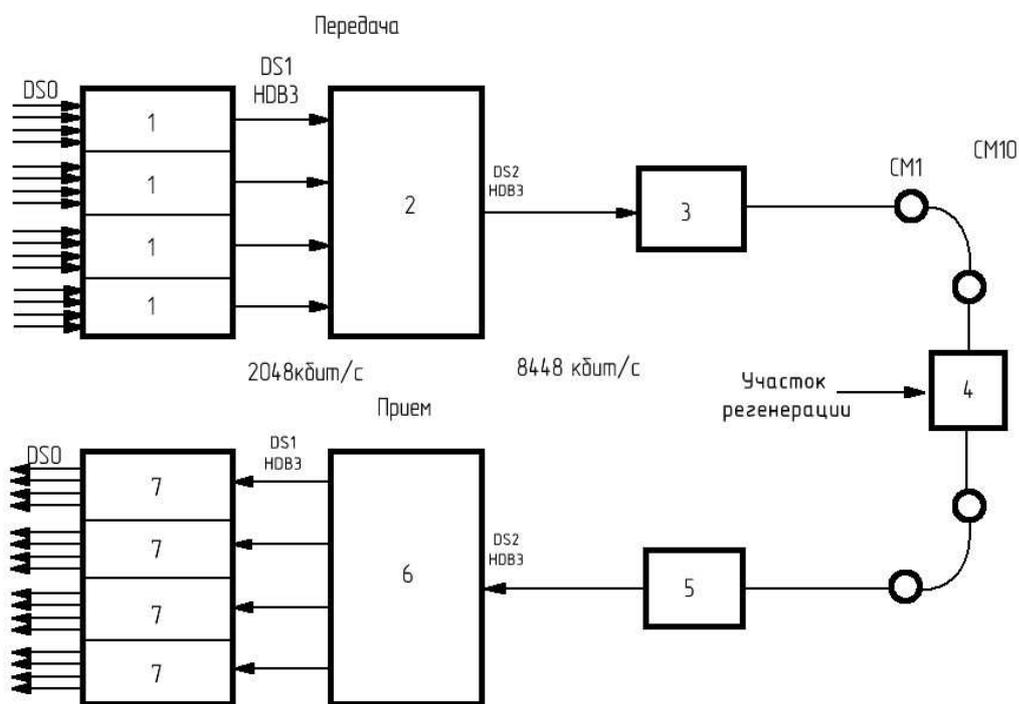
Обобщенная структурная схема однопролетной волоконно-оптической линии связи



Обозначения: 1 – мультиплексоры; 2 – преобразователь первичный стыкового кода HDB3 в линейный код CM1; 3 – блок согласования (накачки) излучателя 4 с выходом устройства преобразования кода 3; 4 - излучатель оптического сигнала (лазер или светоизлучающий диод); 5 – блок стабилизации выходной оптической мощности излучателя 4 и стабилизации температуры; 6 – фотодетектор; 7 – источник электрического напряжения смещения для фотодетектора; 8 –усилитель мощности; 9 – преобразователь первичный линейного кода CM1 в коды DS1; 10 – демультиплексоры; 11 – оптический разъёмный соединитель.

Примечание: использована литература [8, с. 14].

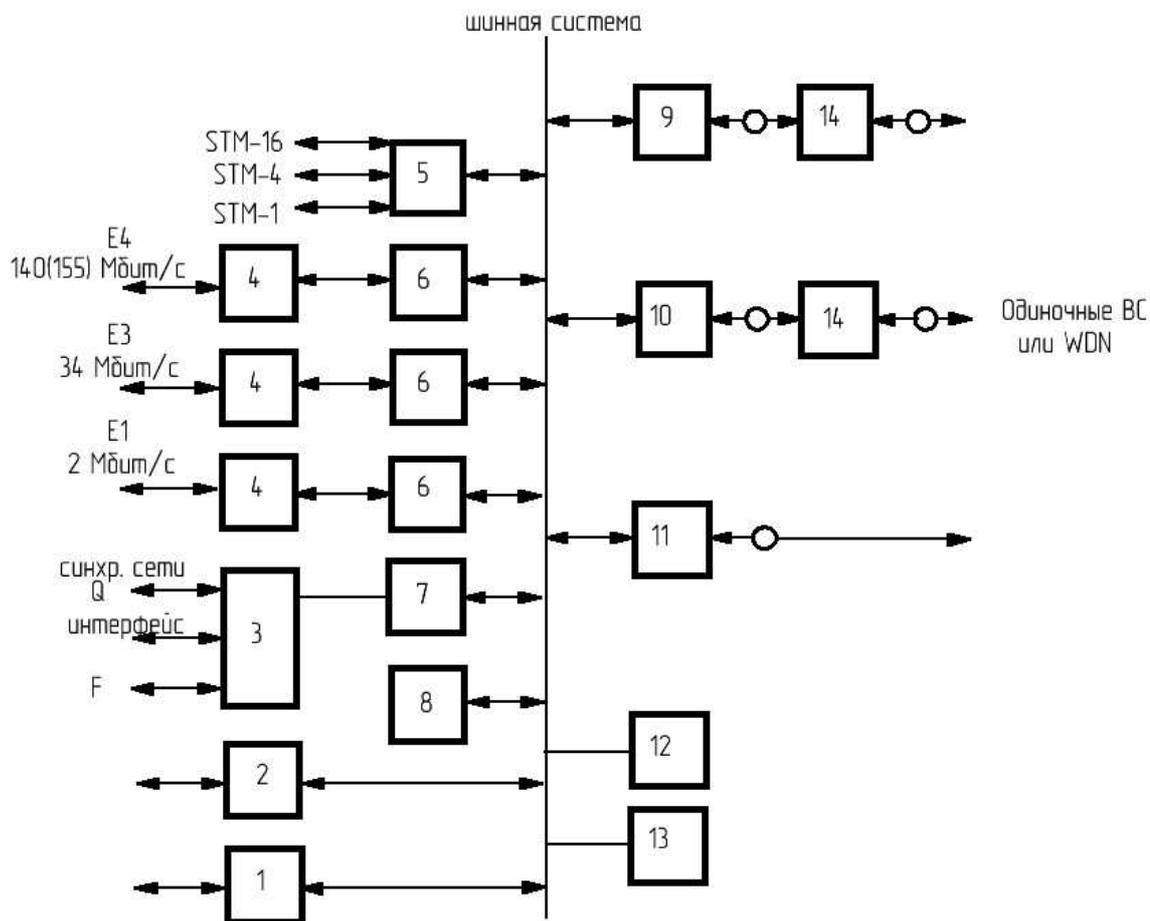
Обобщенная структурная схема аппаратуры «Соната – 2»



Обозначения: 1, 7 – блоки аналого-цифрового оборудования ИКМ 30; 2, 6 – мультиплексор; 3 – передающий оптический модуль; 4 – стойка промежуточного линейного световодного тракта; 5 – приемный оптический модуль.

Примечание: использована литература [8, с. 18].

Обобщенная структурная схема системы ВОСП с SDH



Обозначения: 1 – канал передачи данных; 2 – служебная связь; 3 – соединительный интерфейс (синх.); 4 – соединительный интерфейс; 5 – соединительные стыки; 6 – порт первичных потоков; 7 – центральный блок синхронизации; 8 – блок управления и связи; 9, 10, 11 – мультиплексор; 12 – блок соединительных шин; 13 – блок обработки указателей; 14 – оптический усилитель.

Примечание: использована литература [8, с. 36].

**ПРИМЕРЫ СТАНДАРТНЫХ ШРИФТОВ
(НАКЛОННЫЕ, ТИПА А)**

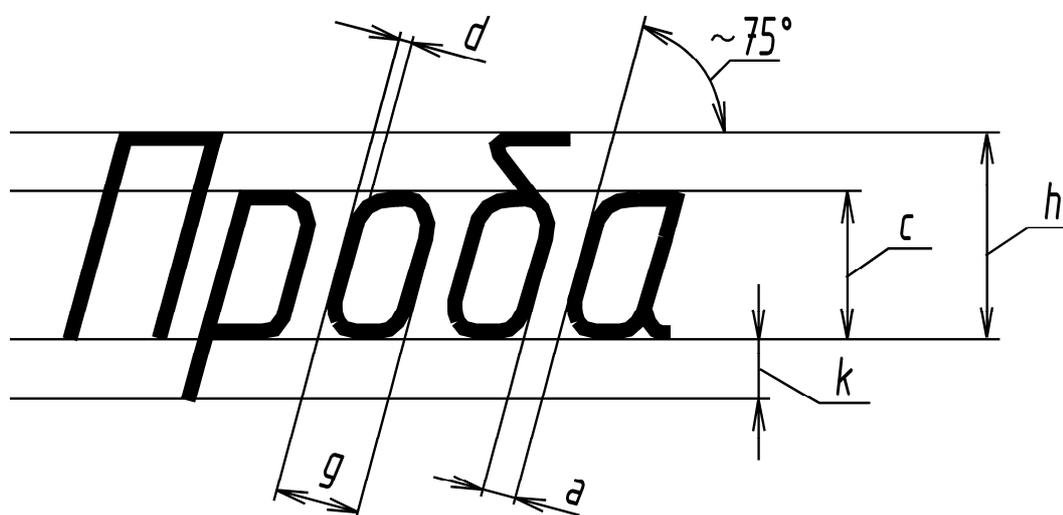


Рис. 6. Образец стандартного шрифта по ЕСКД

Таблица

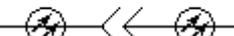
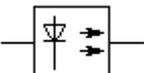
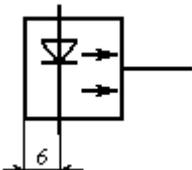
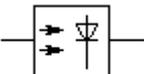
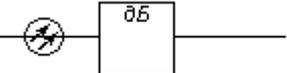
Параметры шрифта	Обозначение	Относительный размер	Размеры, мм		
Размер шрифта - высота прописных букв и цифр	h	14d	3,5	5	7
Высота строчных букв	c	10d	2,5	3,5	5
Расстояние между соседними буквами	a	2d	0,5	0,7	1,0
Минимальный шаг строк	-	22d	5,5	8,0	11,0
Минимальное расстояние между словами	-	6d	1,5	2,1	3,0
Толщина линий шрифта	d	d	0,25	0,35	0,5
Высота нижней части буквы (знака)	k	4d	1,0	1,4	2,0

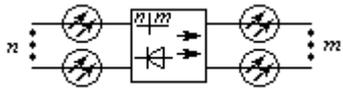
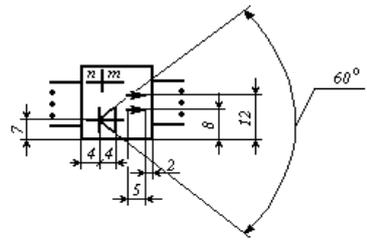
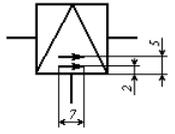
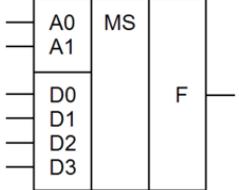
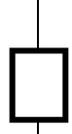
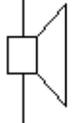
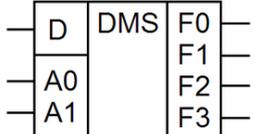
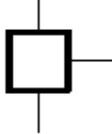
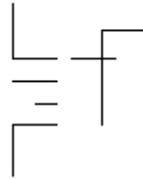
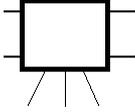
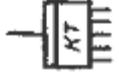
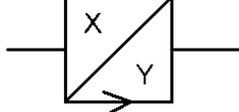
На рис. 6 для буквы "о" параметр $g = 6d$. Если параметр g в общем виде считать шириной буквы, цифры и знака, то этот параметр будет иметь различное значение, например, для буквы "ш" или цифры "1". В стандарте ЕСКД [4] этот параметр регламентирован с помощью специальной сетки, которая на рис. 6 не изображена. При выполнении учебной схемы студент вряд ли будет пользоваться сеткой, поэтому шрифт предлагается вычерчивать от руки и наглаз, ориентируясь на показанные ниже примеры и имеющуюся в этом приложении таблицу.

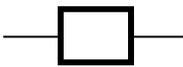
Прежде чем писать шрифт, не поленитесь провести карандашом тонкие вспомогательные линии для заглавных и строчных букв. Не помешают несколько ориентирующих наклонных линий, проведённых (с помощью транспорта) под углом 75° к горизонтальным линиям.

Шрифт размера 10: АБВГДЕЕЖ
ЗИКЛМНОПРСТУФХЦЧШЩЬЪЭЮЯ
абвгдеёжзиклмнопрстуфхцчшщ
ьъэюя1234567890,.,;=+(%)№± ∅²
ABCDEFGHIJKLMN O PQRSTU VWXY
Zabcdefghijklmnopqrstuvwxyz
по ЕСКД: 7 и №.

УСЛОВНЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Условное графическое обозначение		Наименование условного графического обозначения и краткое пояснение
нестандартное в задании	стандартное в схеме	
		Оптическое волокно 
		Оптический разъемный соединитель
		Вилка оптического соединителя
		Передающий оптоэлектронный модуль 
		Приемный оптоэлектронный модуль
		Оптический аттенюатор
		Оптический разветвитель активный

		
		Электрооптический модулятор 
		Мультиплексор
		Громкоговоритель
		Оптический усилитель
		Демультимплексор
		Переключатель однополюсный
		Сетевая станция
		Концентратор телеграфной сети
		Преобразователь первичный, X и Y соответственно коды входа

		и выхода
		Модулятор, демодулятор
		Преобразователь (общее обозначение)

Использованы стандарты [6, 9 - 11].

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

А- аппаратура SDH

АБ - аккумуляторная батарея

БП - блок питания

БАЦО - блоки аналого-цифрового оборудования

БРФ - блоки распределительных фильтров

БОТ - блок оптического транспондера

БС - блок согласования

БУС - блок управления и связи

БСШ - блок соединительных шин

БОУ - блок обработки указателей;

БСМ - блок стабилизации выходной оптической мощности

ВИП - вторичный источник питания

ВОЛС - волоконно-оптические линии связи

ВОСП - волоконно-оптические системы передачи

ВОС - вилка оптического соединителя

ВОУ - волоконно-оптический усилитель

ГСН - генератор сигналов низкочастотный

ГГ - громкоговоритель

ИП - источник питания

ИЭН - источник электрического напряжения смещения

ИПС - излучатель оптического сигнала

ИПТ - измеритель параметров ИКМ-тракта

КП ЭВМ - комплект персональный ЭВМ

КПД - канал передачи данных

ЛСМ - лазер с синхронизацией мод

МЦ - мультиметр цифровой

О - осциллограф
ОА - оптический аттенюатор
ОВ - оптическое волокно
ОЗБ - оптический защитный блок
ОИМ - оптический измеритель мощности
ОК – оптический кабель
ОМ - оптический модулятор
ОП - оптический приемник
ОР - оптический разветвитель
ОС – оптический разъемный соединитель
ОУ – оптический усилитель
ОЭК - оптоэлектрический конвертер
ПОМ - передающий оптический модуль
ПРОМ - принимающий оптический модуль
Пр - приставка для отладки тракта служебной связи
П – преобразователь
ППП - порт первичных потоков
СУ - синхронизирующее устройство
С – сумматор
СС - служебная связь
ССт - соединительные стыки
СИ - соединительный интерфейс
СЛТ - стойка промежуточного линейного световодного тракта
Т - транспондер
ТС - технологический стенд
УС - устройство согласования
Ф - фотодетектор
Ч – частотомер
ЦБС - центральный блок синхронизации
ВА - усилитель мощности

MS – мультиплексор

MD – модулятор

DM - демодулятор

DMS - демультиплексор

SA - переключатель однополюсный

Использована литература [6 – 12].

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Демодулятор — электронный узел устройств, отделяющий полезный (модулирующий) сигнал от несущей составляющей.

Демультимплексор — это логическое устройство, предназначенное для переключения сигнала с одного информационного входа на один из информационных выходов. Таким образом, демультимплексор в функциональном отношении противоположен мультиплексору.

Источник питания — радиоэлектронное устройство, предназначенное для обеспечения различных устройств электрическим питанием. Различают первичные и вторичные источники питания. К первичным относят преобразователи различных видов энергии в электрическую, примером может служить аккумулятор, преобразующий химическую энергию. Вторичные источники сами не генерируют электроэнергию, а служат лишь для её преобразования с целью обеспечения требуемых параметров (напряжения, тока, пульсаций напряжения и т. п.).

Модулятор — устройство, изменяющее параметры несущего сигнала в соответствии с изменениями передаваемого (информационного) сигнала. Этот процесс называют модуляцией, а передаваемый сигнал модулирующим.

Мультиплексор — устройство, имеющее несколько сигнальных входов, один или более управляющих входов и один выход. Мультиплексор позволяет передать сигнал с одного из входов на выход; при этом выбор желаемого входа осуществляется подачей соответствующей комбинации управляющих сигналов.

Оптический усилитель – устройство для усиления оптических сигналов на основе активного оптического волокна.

Оптическое волокно — нить из оптически прозрачного материала (стекло, пластик), используемая для переноса света внутри себя посредством полного внутреннего отражения.

Оптический усилитель мощности – ОУ с большим значением мощности насыщения, предназначенное для использования непосредственно на выходе оптического передатчика для увеличения уровня мощности сигнала.

Приемники оптического излучения – устройства, предназначенные для обнаружения или измерения оптического излучения и основанные на преобразовании энергии излучения в др. виды энергии (тепловую, механическую, электрическую и т. д.), более удобные для непосредственного измерения.

Переключатель — электрический коммутационный аппарат, служащий для замыкания и размыкания электрической цепи.

Переключатель однополюсный - переключатель трех позиционный, с одним перекидным контактом, с фиксацией во всех трех положениях.

Передающие оптоэлектронные модули, применяемые в волоконно-оптических системах, предназначены для преобразования электрических сигналов в оптические. Последние должны быть введены в волокно с минимальными потерями.

Приемные оптоэлектронные модули являются важными элементами

волоконно-оптической системы. Их функция – преобразование оптического сигнала, принятого из волокна, в электрический. Последний обрабатывается далее электронными устройствами.

Основными функциональными элементами ПРОМ являются:

- фотоприемник, преобразующий полученный оптический сигнал в электрическую форму;
- каскад электрических усилителей, усиливающих сигнал и преобразующих его в форму, пригодную к обработке;
- демодулятор, воспроизводящий первоначальную форму сигнала.

Патч-корд — одна из составных частей структурированной кабельной системы. Представляет собой электрический или оптоволоконный кабель для подключения одного электрического устройства к другому или к пассивному оборудованию передачи сигнала.

Транспондер — это приёмопередающее устройство, посылающее сигнал в ответ на принятый сигнал, например:

- автоматическое устройство, принимающее, усиливающее и передающее далее сигнал на другой частоте;
- автоматическое устройство, которое передает заранее заданное сообщение в ответ на заранее определенный принятый сигнал;
- приёмопередатчик, который всегда создаёт ответный сигнал при правильном электронном запросе.

Фильтр в электронике — устройство для выделения желательных компонентов спектра электрического сигнала и/или подавления нежелательных.

Используемые радиолюбителями **согласующие устройства** полезны и для улучшения фильтрации побочных излучений передатчика и являются хорошим средством защиты от помех телевизионному приему.

Электронный усилитель — усилитель электрических сигналов, в усилительных элементах которого используется явление электрической проводимости в газах, вакууме и полупроводниках. Электронный усилитель может представлять собой как самостоятельное устройство, так и блок (функциональный узел) в составе какой-либо аппаратуры — радиоприёмника, магнитофона, измерительного прибора и т. д.

Использована литература: [12].

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 2.701-84. Схемы. Виды и типы схем. Общие требования к выполнению. – М.: Изд-во стандартов, 2007.
2. ГОСТ 2.702-75. Правила выполнения структурных схем. – М.: Изд-во стандартов, 2007.
3. Никольский И. Е. Оптические интерфейсы цифровых коммутационных станций и сети доступа. - М.: Техносфера, 2006. – 256с.
4. Единая система конструкторской документации. Общие правила выполнения чертежей. Сб. стандартов. – М.: изд. стандартов, 2001.
5. ГОСТ 2.201-80. Обозначение изделий и конструкторских документов. – М.: Изд-во стандартов, 1985.
6. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Сб. стандартов. – М.: Изд-во стандартов, 1983, с. 496.
Электронный доступ: http://vku-3-02.narod.ru/study_files/UGO.pdf
7. ГОСТ 2.710-81. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах. – М.: Изд-во стандартов, 1981.
8. Скляр О.К. Современные волоконно-оптические системы передачи. Аппаратура и элементы. - М.: СОЛОН-Р, 2001. – 237с.
9. ГОСТ 2.761-84 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Компоненты волоконно-оптических систем передачи. 1991 г.
10. ГОСТ 21.406-88*. СПДС. Проводные средства связи. Обозначения условные графические на схемах и планах. Электронный ресурс: База нормативной документации: www.complexdoc.ru
11. ГОСТ 26793-85 Компоненты волоконно-оптических систем передачи. Система условных обозначений. 1991 г. Электронный ресурс: gosthelp.ru
12. ГОСТ 26599-85 Системы передачи волоконно-оптические. Термины и определения. Электронный ресурс: gosthelp.ru

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	2
1. ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ТЕРМИНОЛОГИЯ	3
2. ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ СТРУКТУРНЫХ СХЕМ	6
3. ЗАДАНИЯ	7
4. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ	11
4.1. Формат, рамка, основная надпись	11
4.2. Построение схемы	14
4.3. Графическое обозначение элементов схемы	14
4.5. Линии связи	19
4.6. Текстовая информация	20
Приложение 1. ЗАДАНИЯ НА ВЫПОЛНЕНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ "СТРУКТУРНЫЕ СХЕМЫ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ" ...	22
(ДВЕНАДЦАТЬ ВАРИАНТОВ)	22
Приложение 2. ПРИМЕРЫ СТАНДАРТНЫХ ШРИФТОВ	35
Приложение 3. УСЛОВНЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ	37
Приложение 4. СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	40
Приложение 5. ОПРЕДЕЛЕНИЯ	43
ЛИТЕРАТУРА	47