

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 08.09.2024 23:36:47

Уникальный программный ключ:

0b817ca911ec6062ab615a36426d39e3f211ca6b173e745d14a48511da58a089

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)**

**Кафедра космического приборостроения и систем связи**

**УТВЕРЖДАЮ**  
**Проректор по учебной работе**  
**О.Г. Локтионова**  
**« 08 » 08 (ЮЗГУ) 2024 г.**



## **СХЕМЫ ЦЕПЕЙ, КАБЕЛИ И ОБОРУДОВАНИЕ**

Методические указания по выполнению лабораторной работы для студентов, обучающихся по направлению подготовки 11.04.02 «Информационные технологии и системы связи» направленность «Проектирование систем связи малых космических аппаратов» по дисциплине «Проектирование оптических систем доступа»

Курск 2024.

УДК 004.716

Составители: А.А. Гуламов

Рецензент

Доктор технических наук, старший научный сотрудник,  
Зав. кафедры КПиСС *В.Г. Андронов*

**Схемы цепей, кабели и оборудование:** методические указания по выполнению лабораторной работы для студентов направления подготовки 11.04.02 направленность «Проектирование систем связи малых космических аппаратов» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: А.А. Гуламов.- Курск, 2024.- 28 с.: ил. 7. Библиогр.: с. 23.

Методические указания по выполнению работы содержат краткие теоретические сведения о схемах цепей, кабелях, оборудовании сети и кабельной продукции для оптических сетей проводного доступа, а также перечень вопросов по изучаемому материалу.

Методические указания соответствуют учебному плану обучающихся по направлению подготовки 11.04.02 «Информационные технологии и системы связи» направленность «Проектирование систем связи малых космических аппаратов» по дисциплине «Проектирование оптических систем доступа».

Предназначены для студентов, обучающихся по направлению подготовки 11.04.02 «Информационные технологии и системы связи» направленность «Проектирование систем связи малых космических аппаратов» по дисциплине «Проектирование оптических систем доступа».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано печать *28.08* Формат 60x84/16.  
Усл. печ. л. 1,62 .Уч.-изд. л. 1,47 . Тираж 100 экз. Заказ. *808* Бесплатно  
Юго-Западный государственный университет.  
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

## Содержание

Инструкция по технике безопасности	- 4
1. Цель работы	- 9
2. Краткие теоретические сведения	- 9
2.1 Коммутационное оборудование для сетей доступа	- 9
2.2 Оптические кабели для оптических сетей доступа	- 12
2.3 Схема прохождения цепей в помещении пользователя	- 20
3. Задание	- 22
6. Контрольные вопросы	- 23
Библиографический список	- 23
Заключение	- 24
Приложение А Форма титульного листа отчета обучающегося о выполняемой лабораторной работе	- 28

## ИНСТРУКЦИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

### *Общие положения*

Настоящая инструкция предназначена для студентов и работников, выполняющих работы на персональном компьютере и на сетевом оборудовании (коммутаторы, маршрутизаторы, межсетевые экраны и т.д.).

К выполнению работ допускаются лица:

- не моложе 16 лет;
- прошедшие медицинский осмотр;
- прошедшие вводный инструктаж по охране труда, а также инструктаж по охране труда на рабочем месте;
- прошедшие обучение безопасным приемам труда на рабочем месте по выполняемой работе.

Работник обязан:

- выполнять правила внутреннего трудового распорядка, установленные в положениях и инструкциях, утвержденных ректором ЮЗГУ, или его заместителями;
- выполнять требования настоящей инструкции;
- сообщать руководителю работ о неисправностях, при которых невозможно безопасное производство работ;
- не допускать присутствия на рабочем месте посторонних лиц;
- уметь оказывать первую помощь и при необходимости оказывать ее пострадавшим при несчастных случаях на производстве, по возможности сохранив обстановку на месте происшествия без изменения и сообщив о случившемся руководителю;
- выполнять требования противопожарной безопасности не разводиться открытый огонь без специального на то разрешения руководителя работ;
- периодически проходить медицинский осмотр в сроки, предусмотренные для данной профессии.

Работник должен знать опасные и вредные производственные факторы, присутствующие на данном рабочем месте:

- возможность травмирования электрическим током при отсутствии или неисправности заземляющих устройств;

- вредное воздействие монитора компьютера при его неправильной установке или неисправности;
- возможность возникновения заболеваний при неправильном расположении монитора, клавиатуры, стула и стола;
- вредное воздействие паров, газов и аэрозолей, выделяющихся при работе копировальной и печатающей оргтехники в непроветриваемых помещениях.

Работник при выполнении любой работы должен обладать здоровым чувством опасности и руководствоваться здравым смыслом. При отсутствии данных качеств он к самостоятельной работе не допускается.

### ***Требования охраны труда перед началом работы***

Перед началом работы работник обязан:

- получить от руководителя работ инструктаж о безопасных методах, приемах и последовательности выполнения производственного задания;
- привести в порядок одежду, застегнуть на все пуговицы, чтобы не было свисающих концов, уложить волосы, чтобы они не закрывали лицо и глаза;
- привести рабочее место в безопасное состояние;
- запрещается носить обувь на чрезмерно высоких каблуках;

Перед включением компьютера или сетевого оборудования убедиться в исправности электрических проводов, штепсельных вилок и розеток. Вилки и розетки должны соответствовать Евро-стандарту. Отличительной особенностью этих вилок и розеток является наличие третьего провода, обеспечивающего заземление компьютера или другого прибора. При отсутствии третьего заземляющего провода заземление должно быть выполнено обычным способом с применением заземляющего проводника и контура заземления;

Убедиться, что корпус включаемого оборудования не поврежден, что на нем не находятся предметы, бумага и т.п. Вентиляционные отверстия в корпусе включаемого оборудования не должны быть закрыты занавесками, завалены бумагой, заклеены липкой лентой или перекрыты каким-либо другим способом.

### *Требования охраны труда во время работы*

Запрещается во время работы пить какие-либо напитки, принимать пищу;

Запрещается ставить на рабочий стол любые жидкости в любой таре (упаковке или в чашках);

Помещения для эксплуатации компьютеров, сетевого оборудования должны иметь естественное и искусственное освещение, естественную вентиляцию и соответствовать требованиям действующих норм и правил. Запрещается размещать рабочие места вблизи силовых электрических кабелей и вводов трансформаторов, технологического оборудования, создающего помехи в работе и отрицательно влияющие на здоровье операторов;

Окна в помещениях, где установлены компьютеры должны быть ориентированы на север и северо-восток. Оконные проемы оборудуются регулируемыми устройствами типа жалюзи или занавесками;

Площадь на одно рабочее место пользователей компьютера должна составлять не менее  $6 \text{ м}^2$  при рядном и центральном расположении, при расположении по периметру помещения –  $4 \text{ м}^2$ . При использовании компьютера без вспомогательных устройств (принтер, сканер и т.п.) с продолжительностью работы менее четырех часов в день допускается минимальная площадь на одно рабочее место  $5 \text{ м}^2$ ;

Полимерные материалы, используемые для внутренней отделки интерьера помещений с ПК, должны подвергаться санитарно-эпидемиологической экспертизе. Поверхность пола должна обладать антистатическими свойствами, быть ровной. В помещениях ежедневно проводится влажная уборка. Запрещается использование удлинительных устройств, фильтров, тройников и т.п., не имеющих специальных заземляющих контактов;

Экран видеомонитора должен находиться от глаз оператора на расстоянии 600-700 мм, минимально допустимое расстояние 500 мм;

Продолжительность непрерывной работы с ПК должна быть не более 2 часов.

### ***Требования охраны труда по окончании работы***

По окончании работы работник обязан выполнить следующее:

- привести в порядок рабочее место;
- убрать инструмент и приспособления в специально отведенные для него места хранения;
- обо всех замеченных неисправностях и отклонениях от нормального состояния сообщить руководителю работ;
- привести рабочее место в соответствие с требованиями пожарной безопасности.

### ***Действие при аварии, пожаре, травме***

В случае возникновения аварии или ситуации, в которой возможно возникновение аварии немедленно прекратить работу, предпринять меры к собственной безопасности и безопасности других рабочих, сообщить о случившемся руководителю работ.

В случае возникновения пожара немедленно прекратить работу, сообщить в пожарную часть по телефону 01, своему руководителю работ и приступить к тушению огня имеющимися средствами.

В случае получения травмы обратиться в медпункт, сохранить по возможности место травмирования в том состоянии, в котором оно было на момент травмирования, доложить своему руководителю работ лично или через товарищей по работе.

### ***Ответственность за нарушение инструкции***

Каждый работник ЮЗГУ в зависимости от тяжести последствий несет дисциплинарную, административную или уголовную ответственность за несоблюдение настоящей инструкции, а также прочих положений и инструкций, утвержденных ректором ЮЗГУ или его заместителями.

Руководители подразделений, заведующий кафедрой, начальники отделов и служб несут ответственность за действия своих подчиненных, которые привели или могли привести к авариям и травмам согласно действующему в РФ законодательству в зависи-

мости от тяжести последствий в дисциплинарном, административном или уголовном порядке.

Администрация ЮЗГУ вправе взыскать с виновных убытки, понесенные предприятием в результате ликвидации аварии, при возмещении ущерба работникам по временной или постоянной утрате трудоспособности в соответствии с действующим законодательством.



## 1 Цель работы

Анализ принципов построения и специфики организации существующих оптических сетей проводного доступа; изучение основных теоретических сведений по схемам оптических цепей, видам используемых кабелей, кабельному оборудованию, телекоммуникационному оборудованию для оптических сетей доступа.

## 2 Краткие теоретические сведения

### 2.1 Коммутационное оборудования для сетей доступа

Для обоснованного выбора коммутационного оборудования сети доступа необходимо составить таблицу с указанием основных технических характеристик сравниваемых образцов и стоимостных показателей. Пример данных коммутаторов Ethernet для выше приведённых расчётов представлен в таблице 1. При этом предполагается, что все 100 терминалов пользователей подключаются в СД через интерфейсы 100BASE-TX.

Таблица 1 – Примеры характеристик коммутаторов Ethernet для сетей доступа

	Функции коммутатора / модель	ES-2108-LC	ES-2048	ES-3124PWR
1	Коммутация на уровне L2/L2+	*	*	*/*
2	<b>Интерфейсы</b>			
	RJ-45 10/100 Base-TX, фиксир.	8	48	-
	RJ-45 10/100 Base-TX POE, фиксир.	-	-	24
	RJ-45 10/100/1000 Base-TX, фиксир.	-	-	2
	Dual personality (RJ-45 1000 Base-T)	-	2	2
	Dual personality (или SFP)	1	-	-
	Порты 100 FX оптоволокно, фиксир.	1	-	-
	SFP - слоты	1	-	-
3	<b>Производительность</b>			
	Скорость коммутирующей матрицы, Гбит/с	5,6	17	12,8

	Пропускная способность кадров в секунду	2,9*10 <sup>6</sup>	10,1*10 <sup>6</sup>	9,6*10 <sup>6</sup>
	Буфер пакетов, байт	256К	32М	32М
	Таблица MAC адресов	8К	16К	16К
4	<b>Отказоустойчивость</b>			
	Протокол STP/RSTP/IEEE 802.1w	*	*	*
	Протокол MRSTP	-	-	*
5	<b>Контроль трафика</b>			
	Динамич. VLAN/ статич. VLAN 802.1Q	4К/256	4К/256	4К/256
	VLAN на основе портов и тегов 802.1Q	*	*	*
	Магистральные соединения VLAN	*	*	*
	Стыки VLAN (Q-in-Q) по 802.1Q	-	-	-
6	<b>Управление качеством об-служ. (QoS)</b>			
	Очереди приоритетов на порт 802.1p	4	8	8
	Метод организации очередей 802.1p	SPQ/WRR	SPQ/WFQ	SPQ/WFQ
	Контроль широковещательных штормов	*	*	*
	Шаг регулировки скорости, кбит/с	64	64	64
	Приоритет по спискам доступа (L2-L4)	-	-	*
	Ограничение исходящего трафика	*	*	*
7	<b>Управление устройством</b>			
	Веб, кластер iStacking, Cisco CLI, RS-232, NTP	*	*	*
	Ретрансляцию DHCP	-	*	*
8	<b>Физические и электрические характеристики</b>			
	Габариты, мм	250/133/37	438/300/44	438/420/44
	Потребляемая мощность, Вт	10	60	600

Все коммутаторы доступа технологии Ethernet подразделяют на следующие виды:

- неуправляемые и управляемые коммутаторы/концентраторы доступа, размещаемые в непосредственной близости от пользовательских терминалов, имеющие ёмкость 4-8 портов 10/100Мбит/с;
- управляемые коммутаторы 2 уровня доступа, размещаемые в непосредственной близости от терминалов пользователей или на некотором удалении, имеющие ёмкость 24-48 портов 100/1000Мбит/с и поддержкой различных VLAN;
- коммутаторы 2 уровня распределения для мультисервисных сетей с числом портов 24/48 портов 1000Мбит/с/10Гбит/с и поддержкой различных VLAN;
- управляемые коммутаторы 2 и 3 уровня доступа и распределения с числом портов 24/48 100/1000Мбит/с и поддержкой различных VLAN.

Все коммутаторы, как правило, выполнены с учетом возможности установки электрических (для витых пар) и оптических (для модулей SFP, XFP) интерфейсов и возможностями поддержки различных конфигураций сетей доступа («Звезда», «Дерево», «Кольцо», P2P).

Возможна концентрация трафика в предлагаемом примере через неуправляемые концентраторы доступа на 4-8 входных портов (NU1), которые удобно размещать вблизи пользовательских терминалов NT (не далее 100 м) и подключать через медные кабели категории 3 и 5. В свою очередь концентраторы могут подключаться к коммутаторам уровня доступа с числом портов 24, 48 (ONU2) через медные кабели категории 5 или волоконно-оптические интерфейсы. Т.о. может потребоваться от 25 до 13 портов коммутаторов доступа с линейными электрическими или оптическими интерфейсами на скорость 1Гбит/с и поддержкой функций защиты кольцевой транспортной распределительной сети.

Для стационарного узла OLT возможно использование коммутатора уровня распределения мультисервисной сети, который может одновременно поддерживать и несколько отдельных сетей доступа. Для последнего также необходим расчёт производительности.

В случае необходимости концентрирования трафика TDM (поток E1 от учреждений ЭАТС) и совмещение его с сетью

доступа с пакетной передачи Ethernet или АТМ должны быть применены конверторы TDM. Ethernet или TDM/АТМ, например, гибкие мультиплексоры МАКОМ-МХ с платами ToP, имеющими линейный интерфейс 100BASE-T или SFP - модуль.

Для выбора кабельной продукции необходимо определить требуемые длины участков, где будет использоваться оптический кабель с многомодовыми волокнами (стеклянными и/или пластиковыми), одномодовый кабель с волокнами стандартов G.652 или G.657, витые пары медных проводов с экранированием (STP) или без экранирования (UTP). Для медных кабелей длина не должна превышать 100м от терминала пользователя (NT) до блока концентрации нагрузки (ONU), что прописано в соответствующих характеристиках интерфейсов.

Однако если применяются модемы xDSL, эта рекомендация может не приниматься во внимание и необходимо произвести выбор соответствующих пар проводов по диаметру жил, по помехозащищённости после выполнения электрических расчетов.

## **2.2 Оптические кабели для оптических сетей доступа**

На большинстве участков оптических сетей доступа традиционно используются оптические кабели (ОК) с трубчатым сердечником (Uni Tube, Central Tube, Light Pack и т.п.). Такие конструкции обычно имеют до 12 волокон, малые габариты и вес, небольшую стоимость, стойкость к изгибным и крутящим нагрузкам. Если не учитывать дополнительные конструктивные элементы, то к принципиальным недостаткам можно отнести слабую защищенность от растягивающих нагрузок (из-за отсутствия центрального силового элемента), раздавливающих воздействий и атак грызунов (из-за малого диаметра кабеля). Применения такой конструкции в различных условиях отличается для подвески, прокладки в кабельную канализацию или в грунт. Для подвесных кабелей характерна конструкция с встроенным несущим тросом типа «восьмерка» («Figure 8») или самонесущие диэлектрические кабели без металлических элементов ADSS (All-Dielectric Self-Supporting) с периферийными силовыми элементами из арамидных нитей (рис.1а, б) обычно с модульным сердечником (типа Loose Tube). Но из-за зна-

чительного относительного удлинения арамидных нитей в кабелях ADSS чаще используется более прочная к растяжению модульная конструкция сердечника. Первая конструкция достаточно проста, удобна для подвеса (зажим крепится к несущему тросу), не дорога, хорошо защищена от растягивающих усилий (которые прикладываются к тросу), однако наличие металлического элемента требует мер предосторожности по защите от наведенных токов молнии при обслуживании кабеля, т.е. требуется заземление.

Таблица 2 - Основные параметры волокон, с малым затуханием на изгибах

Параметр (характеристика) Тип волокна, в соответствии с Рекомендациями ITU-T		G.657a	G.657b
Диаметр модового пятна на длине волны: 1310 нм; 1550 нм		– 8,6...9,5 ±0,4	– 6,3...9,5 ±0,4
Максимальные потери на макроизгибе, дБ	10 витков радиусом 15 мм, на длине волны: 1550 нм; 1625 нм	0,25 1,0	0,03 0,1
	1 виток радиусом 10 мм, на длине волны: 1550 нм; 1625 нм	0,75 1,5	0,1 0,2
	1 виток радиусом 7,5 мм, на длине волны: 1550 нм; 1625 нм	– –	0,5 1,0
Длина волны нулевой дисперсии, мкм		1300–1324	1300–1420
Наклон хроматической дисперсии вблизи нулевого значения, пс/(нм <sup>2</sup> × км)		0,092	0,1
Максимальный коэффициент затухания, дБ/км, в диапазоне длин волн:			
1310 нм		0,4	0,5
1383 нм		0,4	–
1550 нм		0,3	0,3
1625 нм		–	0,4
Максимальный коэффициент PMD, пс/√км		0,20	–

Полностью диэлектрическая конструкция конечно не подвержена электромагнитным воздействиям, а наличие арамидных волокон придает оптическому кабелю отличную защищенность при растяжении и гибкость. Тем не менее, его стоимость и необходимость применения специальных зажимов делают его неконкурентоспособным для малобюджетных сетей.

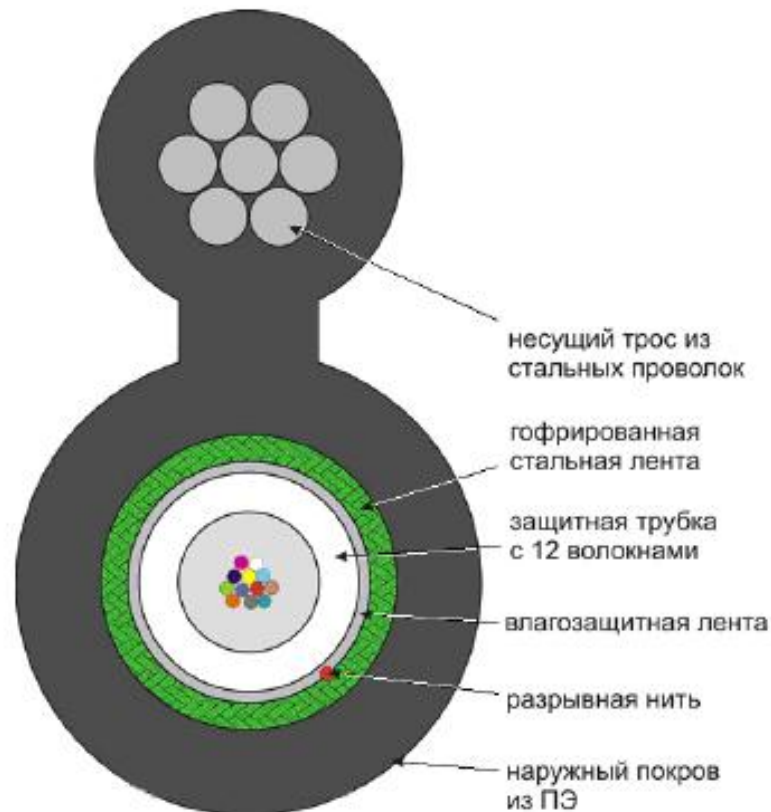


Рисунок 1а – Пример конструкции подвесных кабелей для оптических сетей доступа (тип «восьмёрка»)

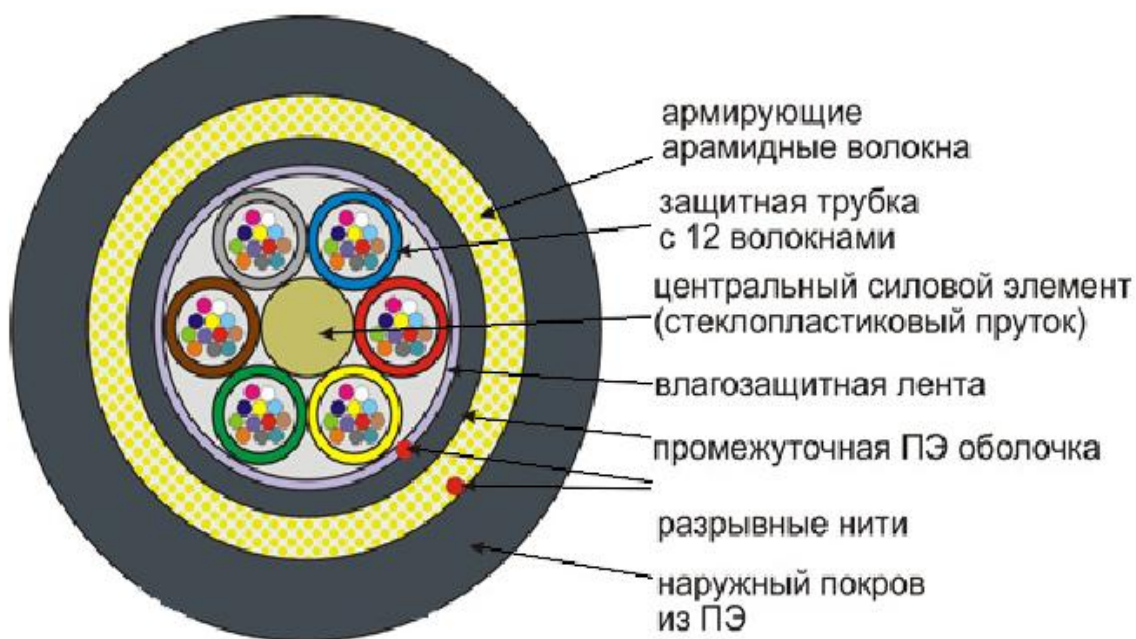


Рисунок 1б - Пример конструкции подвесных кабелей для оптических сетей доступа (тип ADSS)

Для прокладки в кабельной канализации на оптических сетях часто используются кабели модульной конструкции (Loose Tube). В ОК трубчатой конструкции, как правило, используется гофрированная броня для защиты от грызунов и случайных ударов, а также периферийные силовые элементы в виде двух стальных стержней, к которым прикладывается растягивающая нагрузка при затягивании в канал (рис. 2а). При вводе в здание таких кабелей должна использоваться оболочка из негорючего материала — поливинилхлорида (PVC) или малодымного безгалогенного пластика LSZH (Low Smoke Zero Halogen).

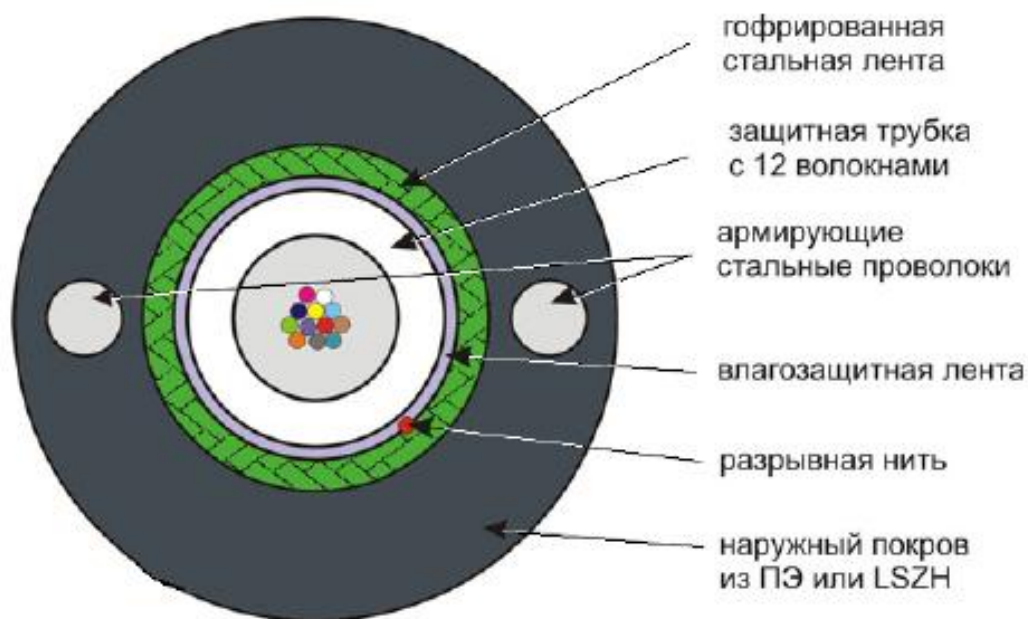


Рисунок 2а - Пример конструкции ОК для прокладки в кабельной канализации и внутри помещений

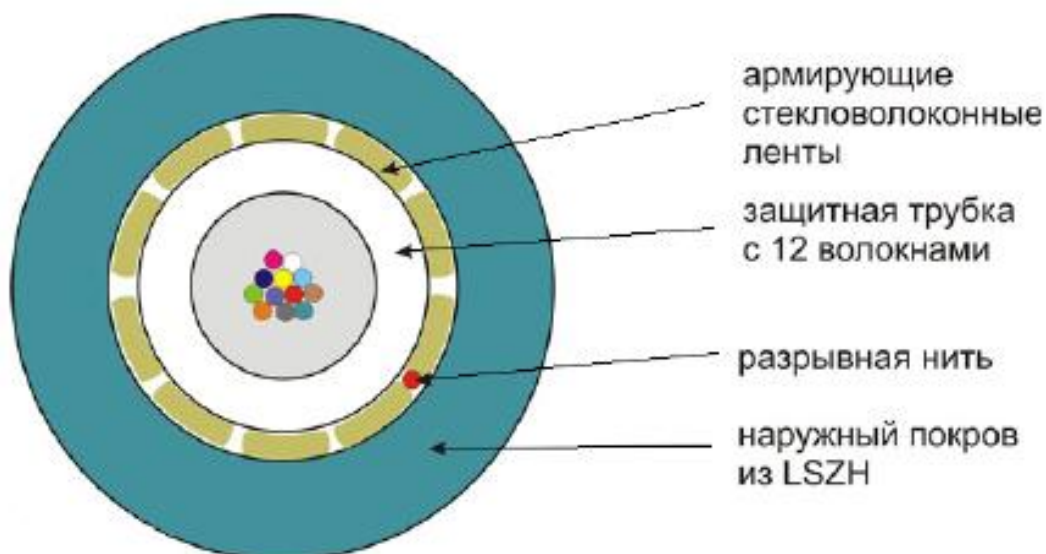


Рисунок 2б - Пример конструкции ОК для прокладки в внутри помещений (круглый)

Для прокладки в пластиковых субканалах канализации, а также подвалах, чердаках и внутренних каналах, и стояках зданий удачной является конструкция, показанная на (рис. 2б). При всей легкости и гибкости такого ОК, он обладает достаточной защитой от механических повреждений и главное – от грызунов. Это обес-



печивается наличием достаточно толстого слоя стекловолоконных лент. Альтернатива в виде повива арамидных нитей выходит более дорогостоящей и не служит надежной защитой от мышинных зубов. В качестве наружного покрова здесь также используется не поддерживающий горение пластикат LSZH. Аналогичное применение имеет плоский маловолоконный кабель, показанный на рис. 2в.

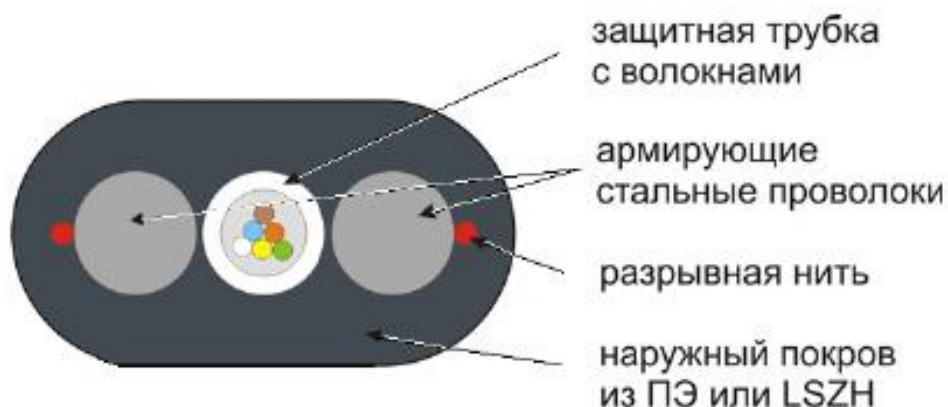


Рисунок 2в - Пример конструкции ОК для прокладки внутри помещений (плоский)

Он имеет хорошую механическую защиту за счет встроенных стальных проволок (вместо которых могут применяться и стеклопластиковые стержни), однако может вызвать некоторые неудобства при прокладке и монтаже. В помещениях пользователей традиционно используются одно- и двухволоконные конструкции типа круглого и чечевицеобразного сечения (Zip-cord), «двустволка» (Shot-gun) и другие (рис. 3). Защита от возможных ударов, рывков, изгибов и надавливаний в процессе прокладки и эксплуатации обеспечивается слоем арамидной пряжи, что делает такие ОК достаточно дорогими. Но, такие кабели обычно применяются на коротких участках — от распределительного или кроссового оборудования до оконечного оптического оборудования.

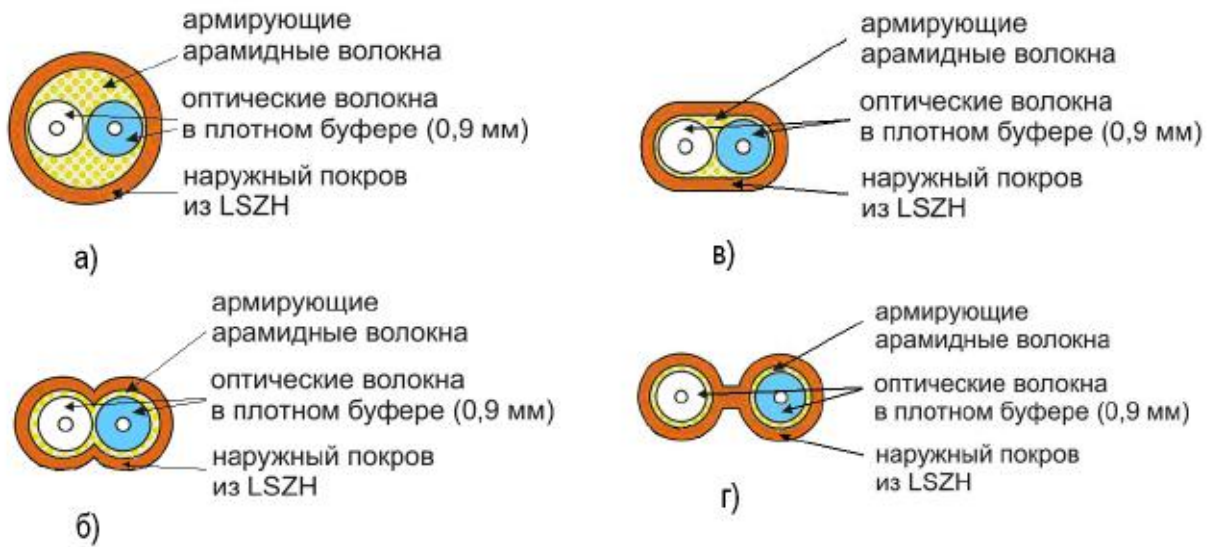


Рисунок 3 - Примеры конструкций оптических кабелей для прокладки внутри помещений: а) круглый; б) чечевицеобразный; в) плоская; г) двустволка

Для многоволоконных решений в пределах помещений в последнее время активно используется развивной кабель (Breakout Cable) (рис. 4). Такой ОК содержит в своей конструкции один или несколько поворотов оптических волокон в плотном буфере, свитых вокруг центрального силового элемента, а свободное пространство сердечника содержит упрочняющие элементы из арамидных нитей. В процессе прокладки такого кабеля, при необходимости ответвления, его конструкция легко разделяется и необходимое число волокон, играя роль малогабаритных кабелей, отводится в нужном направлении. К сожалению, множество защитных элементов и немалые габариты кабеля определяют его достаточно большую стоимость, которая не всегда оправдывает его широкое применение в сетях доступа.

Недостатки последних конструкций, а также потребность в наиболее эффективном применении волокон нового типа — с уменьшенными потерями на изгибах — стали предпосылкой для разработки японскими компаниями конструкции типа «двойной квадрат». Такой ОК, точнее ряд его модификаций, был целенаправленно сконструирован для применения на сетях доступа. Идея этого двухволоконного кабеля заключается в расположении двух во-

локон в первичном покрытии (диаметр 245 мкм) между двумя ди-электрическими армирующими элементами в общей оболочке.



Рисунок 4 - Пример конструкции развивного оптического кабеля

Все это выглядит, как два слитых квадрата со стеклопрутками в перепонке между которыми и уложены волокна (рис.5а). Для организации воздушного ввода к первоначальной конструкции органично добавляется несущая стальная проволока. Таким образом, получена классическая, хоть и малогабаритная «восьмерка» (рис. 5в), но учитывая любовь азиатских производителей к ленточным форматам ОК, конструкция может трансформироваться в «двойной квадрат с волоконной лентой» (рис.5б, 5г).

Преимущества нового типа кабелей - во-первых, такой кабель можно очень просто и быстро крепить к любой плоской деревянной поверхности (например, крепление к плинтусу) с помощью степлера. Этому способствует его плоская поверхность, мягкая LSZH оболочка, недоступность волокон в «межквдратной» перепонке, надежность силовых элементов. Во-вторых, малые габариты и вес позволяют легко прокладывать его во всевозможных внутренних каналах, стояках и т.п. В-третьих, канавки между «квадратами» оболочки позволяют очень легко разделять кабель, буквально разрывая его двумя пальцами рук. В-четвертых, негорючая оболоч-

ка из LSZH обеспечивает пожарную безопасность. В-пятых, волокна типа G.657, мягкая конструкция и малые габариты позволяют изгибать кабель с очень маленькими радиусами изгиба, почти под 90 градусов, что часто бывает удобным на реальных трассах. В-шестых, диэлектрические силовые элементы и достаточно большие, по сравнению с маленькой перемычкой, квадраты оболочки хорошо защищают волокна от растягивания, раздавливания, скручивания, удара.

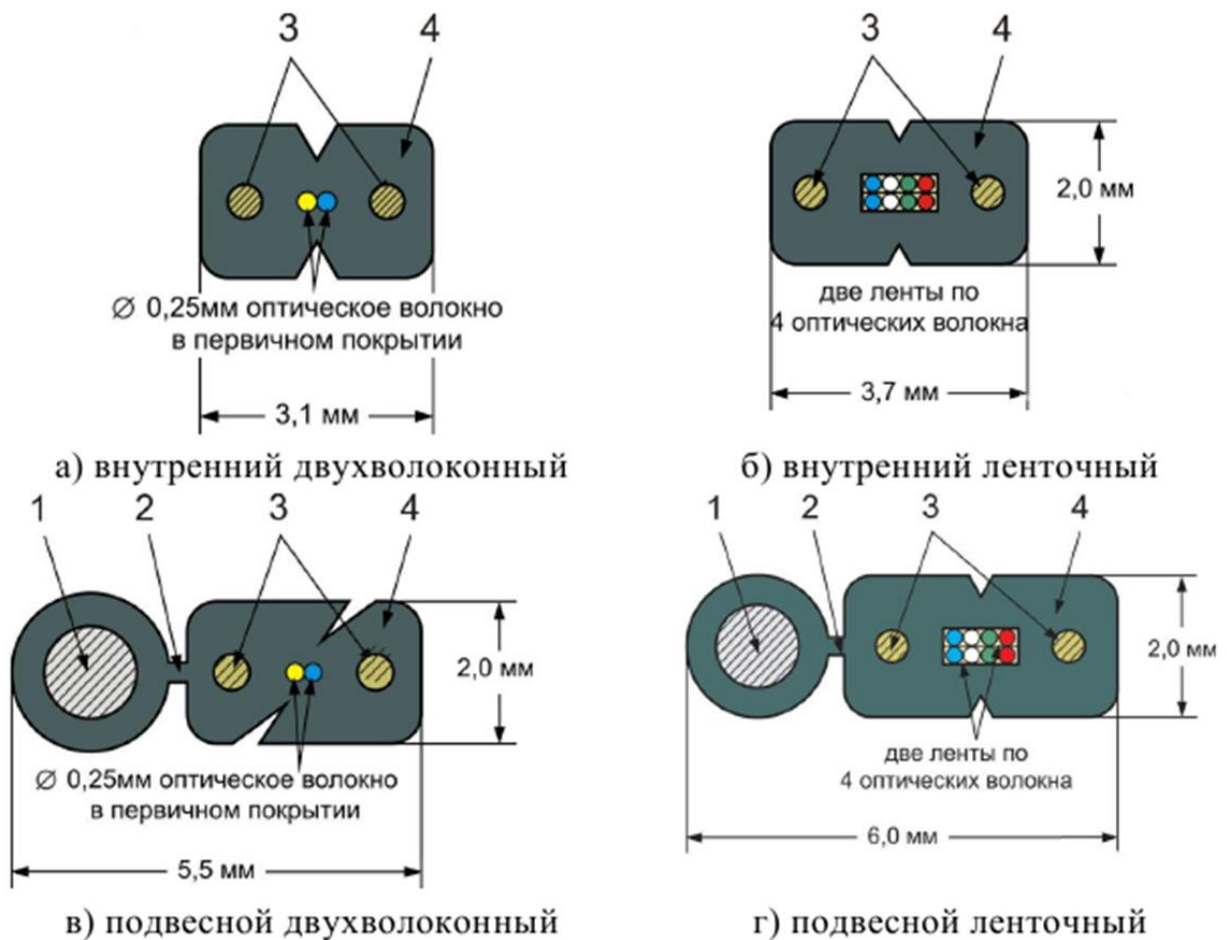


Рисунок 5 - Конструкции оптических кабелей для сетей FTТх типа «двойной квадрат»: 1 – несущий стальной провод 1,2мм в диаметре; 2 – перемычка; 3 – арамид диаметром 0,5мм; 4 – полиэтилен или LSZH оболочка

### 2.3 Схема прохождения цепей в помещении пользователя

Прохождение оптических цепей в помещении пользователя начинается с ввода оптического кабеля от АТС (пример на рис. 6).

В оптический распределительный шкаф (ОРШ) подводится восьмиволоконный линейный кабель. В ОРШ производится расшивка волокон и присоединение их к кабелям внутридомовой прокладки на панелях ODF. При необходимости внутри ОРШ устанавливаются блоки пассивного распределения оптического излучения (1×2, 1×4, ..., 1×32 и т.д.). Каждое внутридомовое волокно прокладывается до терминала пользователя через вертикальные стояки, которые проходят внутри подъездов. ОРШ может размещаться как в технологическом помещении 1 этажа, так и на чердаке здания. На схеме ввода указываются расстояния внутри дома, что необходимо для выполнения расчётов оптических параметров передачи.

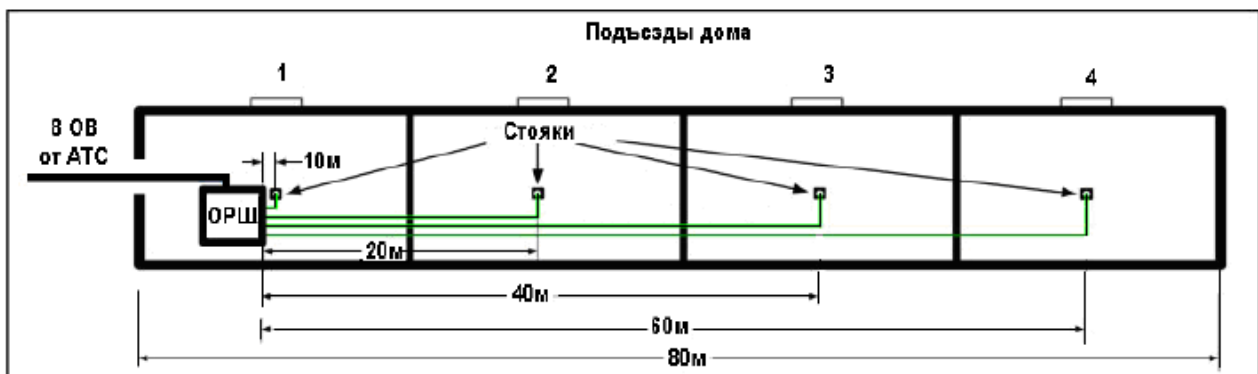


Рисунок 6 - Схема ввода оптического кабеля в многоквартирный дом и распределение волокон по подъездам

Внутридомовой кабель должен иметь конструкцию, позволяющую извлекать необходимое количество волокон из кабеля через небольшой разрез, не разрезая весь кабель при этом. В кабеле используются волокна в индивидуальном буферном покрытии изготовленные в соответствии с рекомендацией G.657A. Данные волокна не критичны к малым радиусам изгиба.

Распределительный кабель прокладывается по одному из менее загруженных стояков здания (пример на рис. 7). На каждом этаже устанавливается оптическая распределительная коробка (ОРК), которая имеет небольшие размеры и предназначена для соединения извлеченных из распределительного кабеля волокон и волокон drop-кабеля. Одна ОРК позволяет ответвить до четырех drop-кабелей. От ОРК до помещения пользователя прокладывается одноволоконный drop-кабель. Средняя длина такого кабеля 20 м. Ка-

бель изготовлен с применением волокна по G.657A, что позволяет прокладывать данный тип кабеля по квартире абонента либо по кабельному каналу, либо по плинтусу с минимальным радиусом изгиба. Кабель заканчивается на абонентской розетке. От неё гибкий оптический шнур подходит к блоку ONT, который преобразует оптические сигналы в электрические соответствующих услуг.

Приведённые схемы (рис. 6 и 7) позволяют определить требуемые комплектующие и длины оптических линий.

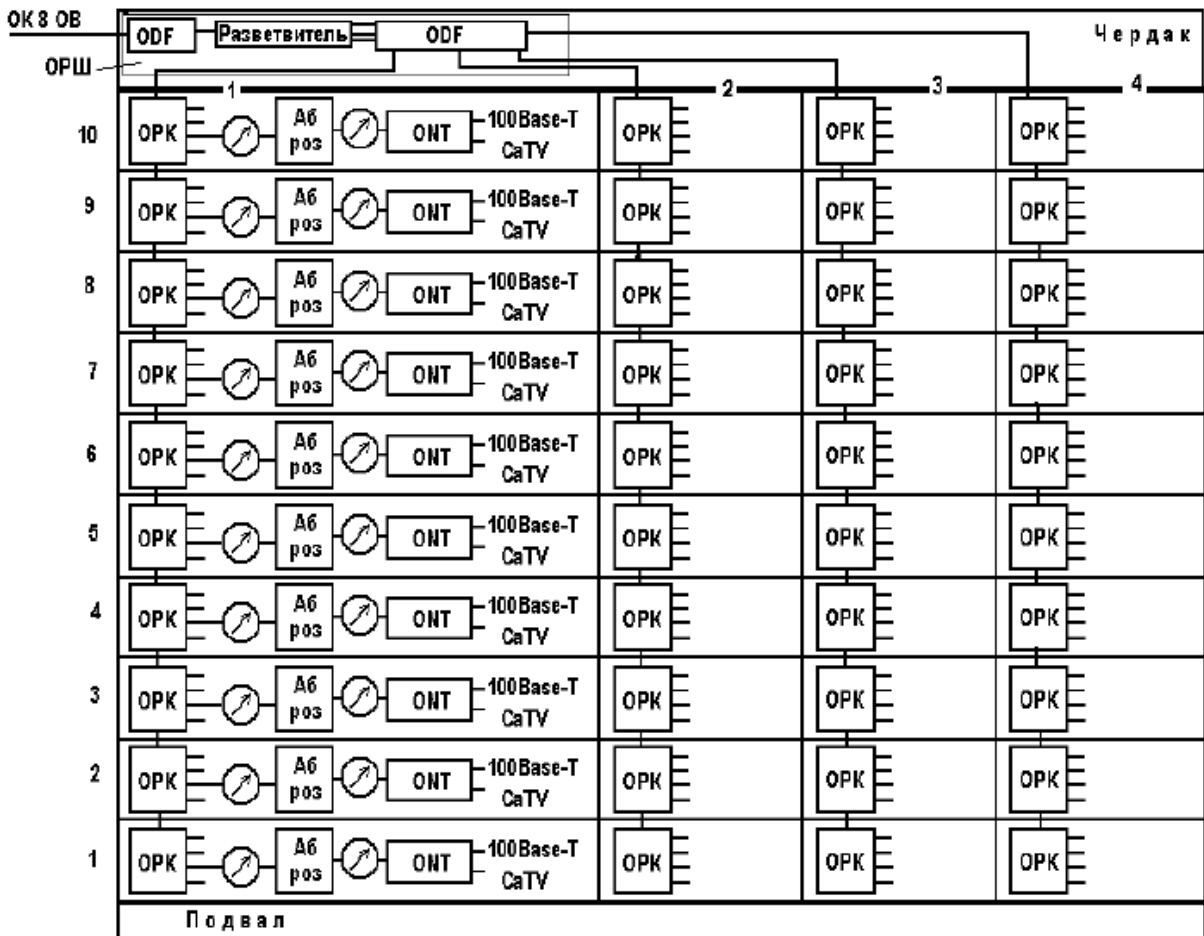


Рисунок 7 - Пример прохождения оптических цепей сети доступа до терминалов пользователей в многоквартирном доме

### 3.Задание

Подготовить материалы и провести расчёт рассмотренных параметров оптической сети доступа по заданию преподавателя.

#### 4 Контрольные вопросы

1. Что относят к компонентной базе оптических сетей доступа?
2. Перечислите виды коммутаторов доступа технологии Ethernet.
3. Что представляет собой конструкция подвесных кабелей для оптических сетей доступа (типа «восьмёрка»)?
4. Преимущества и недостатки развивного оптического кабеля?
5. Принцип прокладки разделительного кабеля.

#### Библиографический список

1. Фокин, В. Г. Проектирование оптической сети доступа : учебное пособие / В. Г. Фокин. - Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2012. - 311 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=431523> (дата обращения 27.10.2023) . - Режим доступа : по подписке. - Текст : электронный
2. Скляр, О. К. Волоконно-оптические сети и системы связи : учебное пособие / О. К. Скляр. – Москва : СОЛОН-ПРЕСС, 2009. – 266 с. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=117684> (дата обращения 27.10.2023). – Режим доступа : по подписке. – Текст : электронный.
3. Шарангович, С.Н. Многоволновые оптические системы связи : учебное пособие / С.Н. Шарангович. – Томск : ТУСУР, 2016. – 156 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=492591> (дата обращения 27.10.2023) . - Режим доступа : по подписке. - Текст : электронный.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам выполнения лабораторных работ студент формирует следующие компетенции:

Код компетенции/ этап (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций			
		Недостаточный уровень («неудовл.»)	Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5	6
ПК-2/ Основной, завершающий.	ПК-2.1 Контролирует соблюдение утвержденных проектных решений при подготовке исполнительной документации. ПК-2.2 Уточняет проектную документацию и вносит изменения при изменении тех-	<b>Знать:</b> Отдельные методы проектирования и разработки интерфейсных модулей сетевых узлов, создания структурированных кабельных систем, в том числе для малых космических аппаратов. Демонстрирует менее 60% знаний, указанных в таблице 1.3 для ПК-2. Обу-	<b>Знать:</b> Основные методы проектирования и разработки интерфейсных модулей сетевых узлов, создания структурированных кабельных систем, в том числе для малых космических аппаратов. Демонстрирует 60-74% знаний, указанных в таблице 1.3 для ПК-2. Знания	<b>Знать:</b> Методы проектирования и разработки интерфейсных модулей сетевых узлов, создания структурированных кабельных систем, в том числе для малых космических аппаратов. Демонстрирует 75-89% знаний, указанных в таблице 1.3 для ПК-2.	<b>Знать:</b> Эффективные современные методы проектирования и разработки интерфейсных модулей сетевых узлов, создания структурированных кабельных систем, в том числе для малых космических аппаратов. Демонстрирует 90-100% знаний, указан-



Код компетенции/ этап (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций			
		Недостаточный уровень («неудовл.»)	Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (хорошо)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5	6
	<p>нических решений. ПК-2.3 Разрабатывает исполнительную документацию в составе группы исполнителей-смежников.</p>	<p>чающийся нуждается в постоянных подсказках; допускает грубые ошибки, которые не может исправить самостоятельно.</p> <p><b>Уметь:</b> Применять отдельные методы проектирования и разработки интерфейсных модулей сетевых узлов, создания структурированных кабельных систем, в том числе для малых космических аппаратов.</p>	<p>обучающегося имеют поверхностный характер, имеют место неточности и ошибки.</p> <p><b>Уметь:</b> Применять основные методы проектирования и разработки интерфейсных модулей сетевых узлов, создания структурированных кабельных систем, в том числе для малых космических аппаратов. В целом сформированные, но вызы-</p>	<p>Обучающийся имеет хорошие, но не исчерпывающие знания; допускает неточности.</p> <p><b>Уметь:</b> Применять методы проектирования и разработки интерфейсных модулей сетевых узлов, создания структурированных кабельных систем, в том числе для малых космических аппаратов. Сформированные и самостоятельно</p>	<p>ных в таблице 1.3 для ПК-2. Знания обучающегося являются прочными и глубокими, имеют системный характер. Обучающийся свободно оперирует знаниями.</p> <p><b>Уметь:</b> Применять эффективные современные методы проектирования и разработки интерфейсных модулей сетевых узлов, создания структу-</p>

Код компетенции/ этап (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций			
		Недостаточный уровень («неудовл.»)	Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5	6
		<p>Демонстрирует менее 60% умений, установленных в таблице 1.3 для ПК-2.</p> <p><b>Владеть:</b> Навыками применения отдельных методов проектирования и разработки интерфейсных модулей сетевых узлов, создания структурированных кабельных систем, в том числе для малых космических аппаратов.</p> <p>Навыки, указанные в таблице 1.3 для</p>	<p>вающие затруднения при самостоятельном применении умения, указанные в таблице 1.3 для ПК-2.</p> <p><b>Владеть:</b> Навыками применения основных методов проектирования и разработки интерфейсных модулей сетевых узлов, создания структурированных кабельных систем, в том числе для малых космических аппаратов.</p> <p>Навыки, ука-</p>	<p>применяемые умения, указанные в таблице 1.3 для ПК-2.</p> <p><b>Владеть:</b> Навыками применения методов проектирования и разработки интерфейсных модулей сетевых узлов, создания структурированных кабельных систем, в том числе для малых космических аппаратов.</p> <p>Навыки, указанные в таблице 1.3 для ПК-2,</p>	<p>рированных кабельных систем, в том числе для малых космических аппаратов.</p> <p>Хорошо развитые, уверенно и успешно применяемые умения, указанные в таблице 1.3 для ПК-2.</p> <p><b>Владеть:</b> Навыками применения эффективных современных методов проектирования и разработки интерфейсных модулей сетевых уз-</p>

Код компетенции/ этап (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций			
		Недостаточный уровень («неудовл.»)	Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (хорошо)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5	6
		ПК-2, не развиты	занные в таблице 1.3 для ПК-2, развиты на элементарном уровне.	хорошо развиты.	лов, создания структурированных кабельных систем, в том числе для малых космических аппаратов. Навыки, указанные в таблице 1.3 для ПК-2, хорошо развиты.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**

(обязательное)

**Форма титульного листа отчета, обучающегося о выполненной лабораторной работе****МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Юго-Западный государственный университет»

Кафедра космического приборостроения и систем связи

**ОТЧЕТ**

о выполненной лабораторной работе по дисциплине

«Проектирование оптических сетей доступа»

на тему «\_\_\_\_\_»

Выполнил

\_\_\_\_\_  
(подпись)

/Фамилия, инициалы/

Проверил

\_\_\_\_\_  
(подпись)

/Фамилия, инициалы/

Курск 20\_\_\_\_\_