

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО СВЯЗИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
“САНКТ- ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФ. М. А. БОНЧ-БРУЕВИЧА”**

---

**УТВЕРЖДАЮ**



**Первый проректор -  
проректор по учебной работе**

**/Г.М.Машков/**

**2018г.**

**Регистрационный № 02-201**

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПЕРЕПОДГОТОВКИ  
“Волоконно – оптические системы и сети связи”**

**Санкт-Петербург**

**2018**

# **1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ**

## **1.1. Цель реализации программы**

Цель: формирование у слушателей профессиональных компетенций, необходимых для профессиональной деятельности в области волоконно – оптических систем и сетей связи и способность эффективно осуществлять профессиональную деятельность в области построения, проектирования, эксплуатации и обслуживания различных видов волоконно-оптических линий связи, используемых в современных телекоммуникационных системах.

Программа является преемственной к основной образовательной программе высшего образования направления подготовки 11.03.02.- “Инфокоммуникационные технологии и системы связи”, профиль “Оптические системы и сети связи”, квалификация (степень) – бакалавр.

## **1.2. ХАРАКТЕРИСТИКА НОВОГО ВИДА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.**

Область профессиональной деятельности слушателя, прошедшего обучение по программе профессиональной переподготовки для выполнения нового вида профессиональной деятельности “ Волоконно – оптические системы и сети связи ”, включает решение комплекса задач по формированию у слушателей необходимых общекультурных и профессиональных компетенций в области:

- современных технологий проектирования, строительства и эксплуатации волоконно-оптических линий связи;
- теории оптических сигналов и компонентов волоконно-оптических линий связи;
- технологии высокоскоростных волоконно-оптических линий связи со спектральным разделением каналов;
- методов и средств измерений в оптических телекоммуникационных системах.

Объектами новой профессиональной деятельности слушателей являются области науки и техники, которые включают технологические системы и технические средства, обеспечивающие надежную и качественную передачу и прием информации по оптическим системы и сетям связи, а также методы и способы контроля и измерения основных технических параметров инфокоммуникационного оборудования.

### **1.3. Планируемые результаты освоения программы.**

Освоение программы предусматривает совершенствование компетенций и получение новых компетенций, необходимых для профессиональной деятельности слушателей, и повышения их профессионального уровня в сфере волоконно – оптических систем и сетей связи.

В результате изучения программы слушатель получает следующие профессионально-специализированные компетенции:

- способность организовывать техническое обслуживание, охранные мероприятия, профилактические и аварийные измерения, а также ремонтно-восстановительные работы линейных трактов волоконно-оптических сетей связи;
- способность выбора и сравнительного анализа вариантов проектирования волоконно-оптических сетей связи;
- способность организовывать систему мероприятий по согласованию проектных решений по строительству и реконструкции волоконно-оптических сетей связи с организациями, осуществляющими надзор и контроль в сферах землепользования, охраны окружающей среды и другими заинтересованными организациями и лицами;
- способность и готовность к организации строительства линейных трактов транспортных сетей связи и сетей доступа, включая изыскательские работы, выбор кабеля, пассивного и активного сетевого оборудования, технологии прокладки и монтажа кабелей, приемосдаточные испытания.

### **1.4. Форма и срок обучения**

Форма обучения: очная, очно – заочная, с использованием дистанционных образовательных технологий. Сроки обучения: по очной форме – 1,5 мес., по очно- заочной – 4мес., с использованием дистанционных образовательных технологий – 3мес.



### **1.5. Требования к уровню подготовки поступающего на обучение, необходимому для освоения программы**

Лица, желающие освоить дополнительную профессиональную программу, должны иметь среднее профессиональное или высшее образование.

Наличие указанного образования должно подтверждаться документом государственного или установленного образца.

### **1.6. Трудоемкость и сроки обучения.**

Трудоемкость обучения по данной программе составляет 300 часов, включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) учебной работы слушателя.

### **1.7. Режим занятий**

При очной форме обучения учебная нагрузка устанавливается не более 54 часов в неделю, включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) учебной работы слушателя. При очно-заочной форме обучения - не более 16 часов в неделю.



## 2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

### 2.1. Учебный план

Таблица 1. Учебный план программы, реализуемый по очной форме обучения

Наименование дисциплин	Общая трудоемкость, час.	Аудиторные занятия, час.				СРС час.	Текущий контроль (шт.)			Промежуточная аттестация	
		Всего час	Лекции	Лаб. работы	практ. занятия		Реф.	КР	РК	Зачет	Экз
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Оптические направляющие системы связи.	40	22	16	4	2	18	-	-	1(т)	Зачет (т)	
2. Активные компоненты волоконно-оптических направляющих систем связи.	50	26	18	4	4	24	-	-	1(т)	Зачет (т)	
3. Использование технологий спектрального уплотнения WDM, CWDM и DWDM на транспортных	60	34	26	4	4	26	-	-	1(т)	Зачет (т)	

4. Волоконно-оптические сети доступа APON, EPON, GPON.	50	28	20	4	4	22	-	-	1(т)	Зачет (т)
5. Современные технологии проектирования и строительства транспортных сетей и сетей стационарного доступа.	50	26	16	4	6	24	-	-	1(т)	Зачет (т)
6. Методы и приборы для измерения параметров ВОЛС.	44	28	20	4	4	16	-	-	1(т)	Зачет (т)
Итого	294	164	116	24	24	130	-	-	-	-
Итоговая аттестация	6	ИТОВОГОЙ ЭКЗАМЕН (т)								

*Примечание:* КП - курсовой проект, КР - курсовая работа, РК - контрольная работа, Реф. – реферат. Количество и технология приема: «Г» - прием, осуществляемый по традиционной образовательной технологии; «Д» - прием, осуществляемый с использованием дистанционных образовательных технологий.

Таблица 2. Учебный план программы, реализуемый по очно- заочной форме обучения

Наименование дисциплин	Общая трудоемкость, час.	Аудиторные занятия, час.				СРС час.	Текущий контроль (шт.)			Промежуточная аттестация	
		Всего час.	Лекции	Лаб. работы	Прак. занятия		Реф.	КР	РК	Зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Оптические направляющие системы связи.	40	18	12	2	4	22	-	-	1(Т)	Зачет (Т)	
2. Активные компоненты волоконно- оптических направляющих систем связи.	50	20	14	4	2	30	-	-	1(Т)	Зачет (Т)	



3	Использование технологий спектрального уплотнения WDM, CWDM и DWDM на транспортных сетях.	60	26	18	4	4	4	34	-	-	1(т)	Зачет (т)
4.	Волоконно- оптические сети доступа APON, EPON, GPON.	50	22	16	2	4	28	28	-	-	1(т)	Зачет (т)
5.	Современные технологии проектирования и строительства транспортных сетей и сетей стационарного доступа.	50	22	18	2	2	28	28	-	-	1(т)	Зачет (т)
6.	Методы и приборы для измерения параметров ВОЛС.	44	20	14	4	2	24	24	-	-	1(т)	Зачет (т)
Итого		294	128	92	18	18	166	166	-	-	-	-
Итоговая аттестация		6	ИТОГОВЫЙ ЭКЗАМЕН (т)									

Таблица 3. Учебный план программы, реализуемый с применением дистанционных образовательных технологий

Наименование дисциплин	Общая трудоемкость, час.	По учебному плану с использованием дистанционных образовательных технологий						СРС, час.	Текущий контроль			Промежуточная аттестация		
		Дистанционные занятия, час.							РК	КР	КП		Зачет	Экзамен
		всего	Лекц.	4	5	6	из них							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1. Оптические направляющие системы связи.	40	40				40	1(д)	-	-	Зачет(д)	-			
2. Активные компоненты волоконно-оптических направляющих систем связи.	50	50				50	1(д)	-	-	Зачет(д)	-			
3. Использование технологий спектрального уплотнения WDM, CWDM и DWDM на транспортных сетях.	60	60				60	1(д)	-	-	Зачет(д)				

4. Волоконно- оптические сети доступа APON, EPON, GPON.	50	50				50	1(д)	-	-	Зачет(д)	
5. Современные технологии проектирования и строительства транспортных сетей и сетей стационарного доступа.	50	50				50	1(д)	-		Зачет (д)	
6. Методы и приборы для измерения параметров ВОЛС.	44	44				44	1(д)	-	-	Зачет(д)	
Итого	294	294				294					
Итоговая аттестация	6		ИТОГОВЫЙ ЭКЗАМЕН (д)								











Таблица 6. Календарный учебный график, реализуемый с применением дистанционных образовательных технологий

№	Наименование дисциплин	Всего часов	Недели																
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13				
1	Оптические направляющие системы связи.	40	x	x															
2	Активные компоненты волоконно-оптических направляющих систем связи.	50			x	x													
3	Использование технологий спектрального уплотнения WDM, CWDM и DWDM на транспортных сетях.	60				x	x	x											
4	Волоконно-оптические сети доступа APON, EPON, GPON.	50								x			x						
5	Современные технологии проектирования и строительства транспортных сетей и сетей стационарного доступа.	50														x	x		



### 2.3. Дисциплинарное содержание программы

№ п/п	Наименование дисциплины	Наименование разделов (темы)
1.	Оптические направляющие системы связи.	1. Начальные сведения об оптической связи. 2. Явления отражения и преломления света на границе двух диэлектриков. 3. Конструкции и производство оптических волокон и оптических кабелей. 4. Затухание в оптических волокнах. 5. Многомодовые оптические волокна. 6. Одномодовые оптические волокна.
2.	Активные компоненты волоконно-оптических направляющих систем связи.	1. Передающие устройства. 2. Фотоприемные устройства. 3. Оптические усилители, волновые конвертеры и модуляторы.
4.	Волоконно-оптические сети доступа APON, EPON, GPON.	1. Принципы построения пассивных оптических сетей. 2. Стандартизация пассивных оптических сетей APON, GPON, EPON, 10G-EPON. 3. Активное оборудование. Конфигурирование пассивных оптических сетей.



5.	Современные технологии проектирования и строительства транспортных сетей и сетей стационарного доступа.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Общие положения по проектированию ВОЛС.</li> <li>2. Технологии строительства подземных ВОЛС.</li> <li>3. Технологии подвески ВОК при строительстве ВОЛС.</li> <li>4. Измерение параметров в процессе строительства ВОЛС.</li> <li>5. Организация строительства.</li> </ol>
6.	Методы и приборы для измерения параметров ВОЛС.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Измерения параметров ВОСП в проходящем излучении.</li> <li>2. Измерения рассеянного в линейном тракте излучения</li> </ol>

#### 2.4. Рабочие программы дисциплин

Рабочие программы дисциплин представлены в приложениях 1- 6:

Приложение 1. Рабочая программа по дисциплине “ Оптические направляющие системы связи.”

Приложение 2. Рабочая программа по дисциплине “ Активные компоненты волоконно- оптических направляющих систем связи.”

Приложение 3. Рабочая программа по дисциплине “ Использование технологий спектрального уплотнения WDM, CWDM, DWDM на транспортных сетях ”

Приложение 4. Рабочая программа по дисциплине “ Волоконно-оптические сети доступа APON, EPON, GPON ”

Приложение 5. Рабочая программа по дисциплине “ Современные технологии проектирования и строительства транспортных сетей и сетей стационарного доступа ”

Приложение 6. Рабочая программа по дисциплине ” Методы и приборы для измерения параметров ВОЛС

### 3. Организационно – педагогические условия реализации программы “Волоконно – оптические системы и сети связи ”

#### 3.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Таблица 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование специализированных аудиторий и лабораторий
1.	Аудитория с мультимедийным оборудованием для чтения лекций. Компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска. Высокоскоростной доступ в сеть Интернет, ОС Windows.
2.	Компьютерный класс для практических и лабораторных занятий. Мультимедийные компьютеры, оснащенные ауди и видео интерфейсами. Высокоскоростной доступ в сеть Интернет, ОС Windows.

#### 3.2. Кадровые условия.

По всем темам программы лекторами являются ведущие специалисты и преподаватели университета, имеющие многолетний опыт преподавания и имеющие образование соответствующее профилю программы.

### 4. Оценка качества освоения программы

#### 4.1. Балльно-рейтинговая система контроля знаний

Для оценки качества освоения программы слушателями используется балльно-рейтинговая система контроля знаний в форме промежуточной и итоговой аттестации. Промежуточная аттестация — это проверка знаний студентов по отдельным дисциплинам программы, проводится в конце изучения дисциплины. Промежуточный тест состоит из вопросов, включающих все темы дисциплины. За каждый правильный ответ на вопрос в зависимости от дисциплины начисляется определенное количество баллов. Максимальное количество баллов по дисциплине, которое может получить слушатель, составляет 100 баллов.

Промежуточная аттестация обеспечивает объективную оценку усвоения изучаемого материала, а также своевременность выполнения слушателями учебного графика, является выходным контролем по дисциплине, после



которого можно констатировать, что процесс обучения по дисциплине завершен.

Освоение программы профессиональной переподготовки завершается итоговой аттестацией по программе в целом. К итоговой аттестации допускаются слушатели, выполнившие в полном объеме учебный план и прошедшие промежуточную аттестацию по отдельным дисциплинам программы.

Итоговая аттестация проводится в форме компьютерного тестирования.

Максимальное количество баллов, которое может получить слушатель по результатам итогового теста по программе в целом, составляет 100 баллов.

Промежуточная аттестация по дисциплинам и итоговая аттестация по программе оцениваются оценкой: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценка определяется количеством набранных баллов в соответствии с таблицей .

Таблица.9. Определение дифференцированной оценки промежуточной аттестации по дисциплинам и итоговой аттестации по программе

Рейтинговые баллы	Оценка
70...79	Удовлетворительно
80...94	Хорошо
95...100	Отлично

В целом итоговая аттестация слушателей по программе профессиональной переподготовки позволяет оценить общие и специальные компетенции слушателя, определяющие подготовленность его к решению профессиональных задач в сфере волоконно – оптических систем и сетей связи.

#### **4.2. Оценочные материалы по программе “ Волоконно – оптические системы и сети связи”**

Оценочный материал по программе “ Волоконно – оптические системы и сети связи” включает итоговый тест. Итоговый тест по программе включает 50 вопросов.(см. приложение 7). За каждый правильный ответ начисляется 2 балла. Максимальное количество баллов, которое может получить слушатель по результатам итогового теста по программе в целом, составляет 100 баллов. Итоговая аттестация по программе оценивается оценкой:

«отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценка определяется количеством набранных баллов в соответствии с таблицей .

Таблица 10 . Определение дифференцированной оценки итоговой аттестации по программе

Рейтинговые баллы	Оценка
80...89	Удовлетворительно
90...94	Хорошо
95...100	Отлично

Время, отводимое на итоговую аттестацию, составляет 45 мин. Слушатель, получивший неудовлетворительную оценку по итоговой аттестации, может повторно пройти ее после определенного времени дополнительных занятий.

## 6. Составители программы

Составитель программы профессиональной переподготовки “ Волоконно – оптические системы и сети связи ” Иванов В.С. – главный специалист ОДПО ИНО, к. т. н., доцент.

Составители рабочих программ дисциплин:

1. Иванов В.С. - к. т. н., доцент кафедры ФиЛС. (дисциплина “Оптические направляющие системы связи.”).
2. Глаголев С.Ф. - к. т. н., доцент кафедры ФиЛС. (дисциплины “Использование технологий спектрального уплотнения WDM, CWDM, DWDM на транспортных сетях ” и “Методы и приборы для измерения параметров ВОЛС” ).
3. Былина М.С. - к. т. н., доцент кафедры ФиЛС (дисциплины Активные компоненты волоконно- оптических направляющих систем связи.” и “Волоконно- оптические сети доступа APON, EPON, GPON ”).
4. Никитин Б.К. - к. т. н., доцент кафедры ФиЛС (дисциплина “ Современные технологии проектирования и строительства транспортных сетей и сетей стационарного доступа ”).



## **Рабочая программа по дисциплине « Оптические направляющие системы связи.»**

### **1. Цели и задачи дисциплины**

Целью преподавания дисциплины «Оптические направляющие системы связи» является изучение физических процессов передачи и приема оптического излучения, распространения оптических сигналов по современным оптическим волокнам, ознакомление с конструкциями и параметрами оптических волокон и кабелей.

Основные задачи дисциплины заключаются в ознакомлении с особенностями и изучении методов расчета конструкций и характеристик волоконно- оптических кабелей связи, а также в получении навыков теоретических исследований, умения работать с технической литературой.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способность использовать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи;
- готовность содействовать внедрению перспективных технологий и стандартов.

### **2.Результаты освоения дисциплины.**

В результате освоения дисциплины слушатель должен:

*Знать:*

- физические основы процессов генерации и приема оптического излучения, распространения излучения по современным оптическим волокнам;
- параметры и конструкции оптических волокон и кабелей;
- методы и приборы для измерений основных параметров ОКС.

*Уметь:*

- рассчитывать параметры передачи оптических направляющих систем;
- выполнять измерения основных эксплуатационно-технических параметров оптических направляющих систем и производить необходимую обработку результатов измерений;
- использовать техническую литературу, справочные и нормативные материалы в практической работе.

*Владеть:*

- методикой проведения измерений параметров волоконно-оптических линий связи с помощью оптических приборов - оптического тестера и оптического рефлектометра.

### 3. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	Начальные сведения об оптической связи.	Введение. Особенности оптической связи по сравнению с электрической. Преимущества и недостатки волоконно-оптических линий связи (ВОЛС). Структурная схема ВОЛС.
2.	Явления отражения и преломления света на границе двух диэлектриков.	Законы отражения и преломления. Явление полного внутреннего отражения. Формулы Френеля.
3	Конструкции и производство оптических волокон и оптических кабелей.	Волоконный световод. Конструкция и производство. Оптический кабель. Классификация оптических кабелей. Конструктивные элементы оптического кабеля. Маркировка ОК.
4	Затухание в оптических волокнах.	Затухание, единицы измерения затухания. Причины потерь в кварцевых ОВ. Коэффициент затухания, его зависимость от длины волны. Окна прозрачности. Причины дополнительных потерь в кварцевых ОВ. Влияние затухания на длину регенерационного участка. Влияние затухания на минимальную длину сегмента сети.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
5	Многомодовые оптические волокна.	<p>Понятие моды. Классификация волокон.  Многомодовые оптические волокна со  ступенчатым профилем показателя преломления.  Параметры ступенчатого ОВ.  Числовая апертура.  Нормированная частота, число направляемых  мод.  Межмодовая дисперсия.  Широкополосность.  Связь широкополосности с максимальными  длиной сегмента и скоростью передачи.  Градиентные многомодовые оптические волокна  с усеченным степенным профилем показателя  преломления.  Параметры ОВ с усеченным степенным  профилем.  Межмодовая дисперсия, широкополосность.  Локальная числовая апертура, эффективная  числовая апертура.  Число направляемых мод.  Многомодовые градиентные ОВ. Рекомендации  МСЭ G.651. Новые типы многомодовых ОВ для  высокоскоростных сетей.</p>
6	Одномодовые оптические волокна.	<p>Одномодовый режим передачи. Длина волны  отсечки.  Диаметр модового поля.  Хроматическая дисперсия в одномодовых  волокнах.  Влияние хроматической дисперсии на длину  регенерационного участка и максимальную  скорость передачи.  Типы и параметры одномодовых волокон.  Компенсация хроматической дисперсии в  одномодовых волокнах.</p>



№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
		Принцип компенсации хроматической дисперсии. Волокна для компенсации хроматической дисперсии DCF. Расчет параметров компенсатора. Недостатки использования компенсаторов. Поляризационно-модовая дисперсия. Влияние поляризационно-модовой дисперсии на длину регенерационного участка и максимальную скорость передачи. Влияние различных видов дисперсии на скорость и дальность передачи.

#### 4. Учебно-методическое обеспечение

##### а) Основная литература

1. Андреев, В. А. Направляющие системы электросвязи : учебник для вузов. В 2-х томах. Т. 1. Теория передачи и влияния / В. А. Андреев, Э. Л. Портнов, Л. Н. Кочановский. - 7-е изд., перераб. и доп. - М. : Горячая линия –Телеком, 2009. – 424 с.
2. Андреев, В. А. Направляющие системы электросвязи: учебник для вузов. В 2-х томах. Т. 2. Проектирование строительство и техническая эксплуатация / В. А. Андреев, Э. Л. Портнов, Л. Н. Кочановский. - М.: Горячая линия–Телеком, 2010. - 424 с.
3. Глаголев, С. Ф. Физические основы оптических направляющих систем [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Федер. агентство связи, ГОУ ВПО «СПбГУТ им. проф. М. А. Бонч-Бруевича». - СПб. : СПбГУТ, 2008. – 160 с.

##### б) Дополнительная литература

1. Ксенофонтов, С. Н. Направляющие системы электросвязи. Сборник задач : учеб. пособие / С. Н. Ксенофонтов, Э. Л. Портнов. - М. : Горячая линия - Телеком, 2009. - 267 с.
2. Глаголев, С. Ф. Передаточные характеристики оптических волокон [Электронный ресурс] : учебное пособие (спец. 210401, 210404, 210406) / С. Ф. Глаголев, В. С. Иванов, Л. Н. Кочановский ; Федеральное агентство связи, СПбГУТ им. проф. М. А. Бонч-Бруевича. - СПб. : СПбГУТ, 2005. - 80 с.

#### 5. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»



Наименование ресурса	Адрес
Сайт Лазерного Портала	<a href="http://www.laser-portal.ru/">http://www.laser-portal.ru/</a>
Сайт ассоциации «Содружество Волоконная Оптика»	<a href="http://www.asvoweb.ru/">http://www.asvoweb.ru/</a>

## 6. Балльно-рейтинговая система

В процессе изучения дисциплины осуществляется промежуточный контроль- проверка знаний слушателей по отдельным разделам дисциплины и итоговый контроль - проверка знаний в целом по дисциплине. Форма контроля: компьютерное тестирование. Промежуточный тест включает 5 вопросов, за каждый правильный ответ начисляется 2 балла. Итоговый тест состоит из 20 вопросов по всем разделам дисциплины, за каждый правильный ответ начисляется 2 балла.

Максимальное количество баллов по дисциплине составляет 100 (см. таблицу).

Промежуточная аттестация		Итоговая аттестация		Итого:
Тесты по разделам		Тесты по дисциплине		
Общее колич.	Макс. балл	Колич.	Макс. балл	
30	60	20	40	100

Оценка дифференцированного зачета по дисциплине определяется в соответствии с таблицей

Рейтинговые баллы	Оценка
60...79	Удовлетворительно
80...94	Хорошо
95...100	Отлично

## Рабочая программа по дисциплине “ Активные компоненты волоконно-оптических направляющих систем связи.”

### 1. Цели и задачи дисциплины

Цель изучения дисциплины – ознакомить слушателей с основными активными компонентами волоконно- оптических систем связи – передающими и фотоприемными устройствами. Пояснить физические основы излучения света в светоизлучающих р – n переходах и физические процессы в фотодиодах. Изучить параметры и конструкции светоизлучающих диодов ( СИД ) и лазерных диодов ( ЛД ), их достоинства и недостатки.

### 2. Результаты освоения дисциплины.

В результате освоения дисциплины слушатель должен:

Знать:

- принципы построения и функционирования оптических модуляторов и приемников оптического излучения.

Уметь:

- выбрать все необходимые исходные данные и квалифицированно провести расчеты наиболее важных параметров активных компонентов волоконно-оптических систем связи.

Владеть:

- навыками в технической эксплуатации ВОСП, а также в теоретических и экспериментальных методах исследования с целью создания новых перспективных волоконно- оптических систем.

### 3. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	Передающие устройства.	Требования к передающим устройствам волоконно-оптических систем связи. Физические основы излучения света в р-п переходе. Параметры и конструкции светоизлучающих диодов (СИД).

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
		Лазерные диоды.
2.	Фотоприемные устройства.	<p>Требования к приемным устройствам волоконно-оптических систем связи.</p> <p>Физические процессы в фотодиодах</p> <p>Вольтамперная характеристика фотодиода.</p> <p>Схемы включения фотодиодов.</p> <p>Эквивалентная схема фотодиода с входной цепью.</p> <p>Особенности лавинных фотодиодов.</p> <p>Источники шума ФД.</p> <p>Обобщенная схема фотоприемного устройства прямого детектирования.</p> <p>Трансимпедансный оптоэлектронный преобразователь.</p> <p>Фотоприемные модули и их параметры.</p> <p>Фотоприемные устройства для когерентных оптических систем передачи.</p> <p>Оптические трансиверы.</p>
3	Оптические усилители, волновые конвертеры и модуляторы.	<p>Общие сведения.</p> <p>Усилители на основе специальных оптических волокон (ОВ), легированных редкоземельными элементами.</p> <p>Нелинейные эффекты в волоконной оптике.</p> <p>Общие сведения.</p> <p>Вынужденное рассеяние Манделъштамма-Бриллюэна.</p> <p>Вынужденное комбинационное рассеяние Рамана.</p> <p>Эффект четырехволнового смешения.</p> <p>Описание работы Рамановского усилителя.</p> <p>Основные уравнения и их упрощенные решения.</p> <p>Более строгая модель Рамановского усилителя.</p> <p>Полупроводниковые оптические усилители.</p> <p>Оптические волновые конвертеры.</p>



№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
		Оптические модуляторы.

#### 4. Учебно-методическое обеспечение

##### а) Основная литература

1. Скляров, О. К. Волоконно-оптические сети и системы связи / О.К. Скляров. - М.: Лань, 2010. - 272 с.
2. Слепов, Н. Н. Волоконно-оптическая техника. Современное состояние и новые перспективы / Под редакцией С.А. Дмитриева, Н.Н. Слепов. - М.: Техносфера, 2010. - 608 с.
3. Фриман, Р. Волоконно-оптические системы связи / Р. Фриман. - М.: Техносфера, 2007. - 512 с.
4. Скляров О.К. Современные волоконно-оптические системы передачи. Аппаратура и элементы. – М.: Солон-Р, 2001. – 237 с.

##### б) Дополнительная литература

- Убайдулаев Р.Р. Волоконно – оптические сети. – М.: ЭКО – ТРЕНДЗ, 2001.
- В.Г. Фокин. Оптические системы передачи. Учебное пособие (части 1 и 2) – Новосибирск, 2002.

#### 5. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Наименование ресурса	Адрес
Элементы ВОЛС: Активные компоненты	<a href="http://stud.izhdv.ru/gos/19.htm">http://stud.izhdv.ru/gos/19.htm</a>
Структура волоконно-оптической системы передачи	<a href="http://siblec.ru/index.php?dn=html&amp;way">http://siblec.ru/index.php?dn=html&amp;way</a>
Виды компонентов ВОЛС	<a href="https://kabelnieseti.ru/vidy-komponentov-vols/">https://kabelnieseti.ru/vidy-komponentov-vols/</a>

#### 6. Балльно-рейтинговая система

В процессе изучения дисциплины осуществляется промежуточный контроль- проверка знаний слушателей по отдельным разделам дисциплины и итоговый контроль - проверка знаний в целом по дисциплине. Форма контроля: компьютерное тестирование. Промежуточный тест включает 5



вопросов, за каждый правильный ответ начисляется 3 балла. Итоговый тест состоит из 20 вопросов по всем разделам дисциплины, за каждый правильный ответ начисляется 2 балла.

Максимальное количество баллов по дисциплине составляет 100 (см. таблицу).

Промежуточная аттестация		Итоговая аттестация		Итого:
Тесты по разделам		Тесты по дисциплине		
Общее колич.	Макс. балл	Колич.	Макс. балл	
30	60	20	40	100

Оценка дифференцированного зачета по дисциплине определяется в соответствии с таблицей

Рейтинговые баллы	Оценка
60...79	Удовлетворительно
80...94	Хорошо
95...100	Отлично

## **Рабочая программа по дисциплине “ Использование технологий спектрального уплотнения WDM, CWDM, DWDM на транспортных сетях ”**

### **1. Цели и задачи дисциплины**

Цель изучения дисциплины – ознакомить слушателей с принципами построения и оборудованием волоконно-оптических систем передачи со спектральным уплотнением WDM, CWDM и DWDM на транспортных сетях и их использованием. Пояснить классификацию, действующие стандарты, частотный план, принципы построения сетей с использованием грубого (CWDM) и плотного (DWDM) спектрального уплотнения, а также конструкции и параметры мультиплексоров и демультиплексоров для этих сетей.

### **2. Результаты освоения дисциплины.**

В результате освоения дисциплины слушатель должен:

**Знать:**

- принцип спектрального уплотнения структурные схемы линейных трактов и области их применения.

**Уметь:**

- рассчитывать структурные схемы систем передачи со спектральным уплотнением.

**Владеть:**

- основными критериями при выборе оборудования со спектральным уплотнением.

### **3. Содержание разделов дисциплины**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	Назначение оборудования WDM.	Структурная схема оптического линейного тракта, использующего технологию WDM.
2.	Виды WDM систем. Частотный план WDM.	Технология WWDM. Технологии DWDM и HDWDM. Технология CWDM.
3.	Технологии мультиплексирования и демультиплексирования. Мультиплексоры и демультиплексоры WDM.	Мультиплексоры (демультиплексоры) на основе объемных микрооптических устройств. Мультиплексор (демультиплексор) на основе интерференционных фильтров. Мультиплексор (демультиплексор) на основе волоконных брэгговских решеток. Мультиплексор (демультиплексор), основанный на явлении угловой дисперсии. Мультиплексоры (демультиплексоры) на основе планарных интегральных устройств.
4.	Особые требования к компонентам WDM систем.	Оптическое волокно. Источники излучения и модуляторы.
5.	Параметры пассивных оптических мультиплексоров и демультиплексоров WDM.	Спектральные характеристики мультиплексоров и демультиплексоров WDM. Переходные затухания между каналами на дальнем конце (FEXT). Изоляция каналов. Перекрестные помехи. Переходные затухания между каналами на ближнем конце (NEXT).



№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
		Направленность каналов. Вносимые и возвратные потери.

#### 4. Учебно-методическое обеспечение

##### а) Основная литература:

1. Р. Фриман. Волоконно-оптические системы связи. [Перевод с английского Н. Н. Слепов]. — М.: Техносфера, 2003.
2. В. Н. Листвин, В. Н. Трещиков. DWDM системы: научное издание. — М.: Издательский Дом «Наука», 2013 — 300с.
3. В.И. Иванов Применение технологии WDM в современных сетях передачи информации /. — Учебное пособие Казань, 2010. — 148 с.
4. Скляр О.К.. Волоконно-оптические сети и системы связи: Учебное пособие. 2 – е изд., стер. – СПб.: Издательство “Лань “, 2010. – 272с.

##### б) Дополнительная литература:

1. Волоконно- оптическая техника: современное состояние и новые перспективы 3 –е. перераб., и доп. /Сб. статей под ред. Дмитриева С.А. и Слепова Н.Н. М. Техносфера, 2010. -608с.
2. В.Г. Фокин. Оптические системы передачи и транспортные сети. Учебное пособие. – М.: Эко – Трендз, 2008.

#### 5. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Наименование ресурса	Адрес
Обзор оборудования CWDM/DWDM	<a href="http://www.qtech.ru/articles/13.htm">http://www.qtech.ru/articles/13.htm</a>
Основы технологии WDM	<a href="http://kazsdh.narod.ru/wdm.htm">http://kazsdh.narod.ru/wdm.htm</a>



Технология CWDM	<a href="http://http://www.prointech.ru/kb/uplotnenie-vols/cwdm-tehnologiya.html">http://http://www.prointech.ru/kb/uplotnenie-vols/cwdm-tehnologiya.html</a>
-----------------	---

## 6. Балльно-рейтинговая система

В процессе изучения дисциплины по разделам предусмотрены контрольные вопросы для самопроверки.

Для проверки усвоения теоретического материала в целом по дисциплине осуществляется итоговый контроль. Форма контроля: компьютерное тестирование. Итоговый тест состоит из 10 вопросов по всем разделам дисциплины, за каждый правильный ответ начисляется 10 баллов. Максимальное количество баллов по дисциплине составляет 100 баллов.

По результатам проверки знаний слушатель получает определенное количество баллов, в соответствии с которым определяется Оценка дифференцированного зачета по дисциплине согласно приведенной таблицы

Рейтинговые баллы	Оценка
60...79	Удовлетворительно
80...94	Хорошо
95...100	Отлично

## **Рабочая программа по дисциплине “ Волоконно- оптические сети доступа APON, EPON, GPON ”**

### **1. Цели и задачи дисциплины**

При изучении данной дисциплины слушатели знакомятся с историей создания и внедрения технологии пассивных оптических сетей (PON) и основными ее преимуществами, архитектурой и топологией построения. Рассматривают стандарты отдельных разновидностей сетей PON и их сравнительные характеристики. Изучают параметры современных сетей PON, технологии GPON и EPON, частотный план и протоколы обмена информацией. Станционное и абонентское оборудование и их включение в сеть. Особенности проектирования и измерений параметров сети и отдельных элементов. Конфигурирование сети и предоставляемые услуги.

### **2. Результаты освоения дисциплины.**

В результате освоения дисциплины слушатель должен:

Знать:

- архитектуру сетей доступа FTTH и FTTN, принципы работы технологии GPON, технологии строительства линейно- кабельных сооружений, состав станционного и абонентского оборудования, порядок ввода в эксплуатацию

Уметь:

- разрабатывать технические предложения по реализации сети доступа и контролировать основные этапы строительства.

Владеть:

- навыками практической работы с монтажным и измерительным оборудованием, сетевым и абонентским оборудованием и прикладным программным обеспечением.

### **3. Содержание разделов дисциплины**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	Принципы построения пассивных оптических сетей	Введение в технологию пассивных оптических сетей Архитектура пассивных оптических сетей Топология построения пассивных оптических сетей.
2.	Стандартизация пассивных оптических сетей. APON, GPON, EPON, 10G-EPON	Стандартизация пассивных оптических сетей. APON, GPON, EPON, 10G-EPON Стандарты ITU- T G.983.x BPON (APON) Стандарты ITU- T G.984.x GPON Стандарт IEEE 802.3ah EPON Стандарт IEEE 802.3av 10G-EPON
3.	Активное оборудование. Конфигурирование пассивных оптических сетей	Цели внедрения технологии PON с точки зрения оператора связи. Основные преимущества технологии PON Станционное оборудование OLT Абонентское оборудование ONU/ONT Предоставляемые услуги. Конфигурирование PON

#### 4. Учебно-методическое обеспечение

##### а) Основная литература:

1. Волоконно- оптическая техника: современное состояние и новые перспективы 3 –е. перераб., и доп. /Сб. статей под ред. Дмитриева С.А. и Слепова Н.Н. М. Техносфера, 2010. -608с.
2. Росляков А.В. Сети доступа. Учебное пособие для вузов. 2008 г. 96 стр.

##### б) Дополнительная литература:

1. Рекомендация ITU-T G.983.1 Оптические системы широко-полосного доступа, базирующиеся на пассивной оптической сети (PON).
2. Рекомендация ITU-T G.984.2 Пассивные волоконно-оптические сети с поддержкой гигабитных скоростей передачи (GPON)



## 5. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Наименование ресурса	Адрес
Технологии и средства связи	<a href="http://www.tssonline.ru">http://www.tssonline.ru</a>
Банк лекций	<a href="http://siblec.ru">http://siblec.ru</a>
Волокно в каждый дом: как это работает	<a href="http://www.ixbt.com/comm/zyxel-gepon.shtml">http://www.ixbt.com/comm/zyxel-gepon.shtml</a>

## 6. Балльно-рейтинговая система

В процессе изучения дисциплины по разделам предусмотрены контрольные вопросы для самопроверки.

Для проверки усвоения теоретического материала в целом по дисциплине осуществляется итоговый контроль. Форма контроля: компьютерное тестирование. Итоговый тест состоит из 10 вопросов по всем разделам дисциплины, за каждый правильный ответ начисляется 10 баллов. Максимальное количество баллов по дисциплине составляет 100 баллов.

По результатам проверки знаний слушатель получает определенное количество баллов, в соответствии с которым определяется Оценка дифференцированного зачета по дисциплине согласно приведенной таблицы

Рейтинговые баллы	Оценка
60...79	Удовлетворительно
80...94	Хорошо
95...100	Отлично



## **Рабочая программа по дисциплине “ Современные технологии проектирования и строительства транспортных сетей и сетей стационарного доступа ”**

### **1. Цели и задачи дисциплины**

Целями преподавания дисциплины являются:

- изучение нормативно-технической документации по разработке проектов строительства и реконструкции ВОЛС;
- изучение современных технологий и принципов организации строительства и реконструкции ВОЛС;
- изучение современных способов и принципов организации реконструкции действующих ВОЛС;
- изучение вопросов, связанных с повышением эффективности существующих технологий проектирования и строительства ВОЛС.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способность использовать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи)
- умение собирать и анализировать информацию для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов;
- умение проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ;
- способность к разработке проектной и рабочей технической документации, оформлению законченных проектно-конструкторских работ в соответствии с нормами и стандартами;
- умение проводить технико-экономическое обоснование проектных расчетов с использованием современных подходов и методов.

### **2. Результаты освоения дисциплины.**

В результате изучения дисциплины слушатель должен:

Знать:

- нормативно-техническую документацию, относящуюся к проектированию, строительству и реконструкции ВОЛС;

- вопросы организации проектно-сметного дела, стадийность проектирования, объем проекта и его содержание;
- методики расчета длины регенерационного участка ВОЛС;
- современные способы строительства ВОЛС;
- принципы организации строительства ВОЛС;
- современные технологии организации и проведения реконструкции ВОЛС .

Уметь:

- проводить инженерный расчет параметров линейного тракта ВОЛС, включая ВОЛС с оптическими усилителями, с применением аппаратуры спектрального уплотнения и др.;
- на основе анализа объекта проектирования или реконструкции и технического задания сформировать исходные данные для проекта;
- разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию в соответствии с существующими нормами и стандартами;
- подготовить технико-экономическое обоснование принятых проектных решений.

Владеть:

- методикой проектирования ВОЛС в соответствии с техническим заданием;
- методикой реконструкции ВОЛС в соответствии с техническим заданием.

### 3. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	Общие положения по проектированию ВОЛС.	Техническое задание на проектирование и его разделы. Возможные ошибки при разработке проекта системы. Оценка трафика ВОЛС.
2.	Технологии строительства подземных ВОЛС.	Прокладка ВОК непосредственно в грунт. Прокладка ВОК в отрытую траншею. Прокладка ВОК в кабельную канализацию. Прокладка ВОК в защитных пластмассовых трубах.



№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
		Организация переходов через различные преграды.
3.	Технологии подвески ВОК при строительстве ВОЛС.	Подвеска ВОК по опорам ЛЭП и контактных сетей ЭЖД. Размещение ВОК в грозозащитном тресе. ВОЛС на основе самонесущего ВОК. Навивная технология строительства ВОЛС.
4.	Измерение параметров в процессе строительства ВОЛС.	Входной контроль. Оценка качества строительных работ.
5.	Организация строительства.	Планирование работ. Допуск к работам по строительству. Производство строительно-монтажных работ. Контроль сроков и качества выполняемых работ. Приемо-сдаточные измерения.

#### 4. Учебно-методическое обеспечение

##### а) Основная литература:

1. Никитин, Б.К. Современные технологии проектирования, строительства и эксплуатации направляющих систем электросвязи [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Б.К. Никитин, Л.Н. Кочановский; Федер. агентство связи, СПбГУТ им. проф. М. А. Бонч-Бруевича. - СПб. : СПбГУТ, 2010. - 191 с.
2. Андреев, В. А. Направляющие системы электросвязи: учебник для вузов. В 2-х томах. Т. 1. Теория передачи и влияния / В. А. Андреев, Э. Л. Портнов, Л. Н. Кочановский. - 7-е изд., перераб. и доп. - М. : Горячая линия –Телеком, 2009. – 424 с.
3. Андреев, В. А. Направляющие системы электросвязи: учебник для вузов. В 2-х томах. Т. 2. Проектирование строительство и техническая эксплуатация / В. А. Андреев, Э. Л. Портнов, Л. Н. Кочановский. - М.: Горячая линия–Телеком, 2010. - 424 с.
4. Иванов, В. С. Строительство ВОЛС. Современные технологии и организация. В 2-х частях : учебное пособие / В. С. Иванов, Б. К. Никитин, Р. Я. Пирмагомедов ; СПбГУТ. – СПб., 2015. – 71 с.

##### б) Дополнительная литература:

1. Андреев В.А., Бурдин В.А., Попов Б.В., Польшников А.И. Строительство и техническая эксплуатация волоконно-оптических линий связи. - М. Радио и связь, 1996. – 200 с.
2. Андреев В.А., Бурдин В.А., Попов Б.В., Попов В.Б. Технология строительства ВОЛП. Самара, СРТТЦ ПГАТИ, 2005. – 157с.
3. Родина, О. В. Волоконно-оптические линии связи. Практическое руководство / О.В. Родина. - М.: Горячая линия - Телеком, 2009. - 404 с.

### 5. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Наименование ресурса	Адрес
Проектирование ВОЛС	<a href="https://cyberpedia.su/8xcf6f.html">https://cyberpedia.su/8xcf6f.html</a>
Особенности и организация строительства ВОЛС	<a href="http://siblec.ru">http://siblec.ru</a>
Прокладка волоконно-оптических кабелей: методы, приёмы, проблемы	<a href="https://www.proektant.ru/content/5559.html">https://www.proektant.ru/content/5559.html</a>

### 6. Балльно-рейтинговая система

В процессе изучения дисциплины осуществляется промежуточный контроль- проверка знаний слушателей по отдельным разделам дисциплины и итоговый контроль - проверка знаний в целом по дисциплине. Форма контроля: компьютерное тестирование. По результатам проверки знаний слушатель получает определенное количество баллов.

Распределение баллов:

- текущий и промежуточный контроль – 60 баллов;
- итоговый контроль – 40 баллов.

Максимальное количество баллов по дисциплине составляет 100 (см. таблицу).

Промежуточная аттестация	Итоговая аттестация	
Тесты по разделам	Тесты по дисциплине	



Общее колич.	Макс. балл	Колич.	Макс. балл	Итого:
30	60	20	40	100

Оценка дифференцированного зачета по дисциплине определяется в соответствии с таблицей

Рейтинговые баллы	Оценка
60...79	Удовлетворительно
80...94	Хорошо
95...100	Отлично

## **Рабочая программа по дисциплине ” Методы и приборы для измерения параметров ВОЛС**

### **1. Цели и задачи дисциплины**

Целью изучения дисциплины является ознакомление слушателей с методами и приборами для измерения параметров и характеристик элементов волоконно- оптических линейных трактов. Рассматриваются методы измерения в проходящем свете: измерение мощности, вносимого затухания, коэффициента ошибок и измерения в рассеянном свете: измерения расстояний, коэффициента затухания, возвратных потерь, параметров неоднородностей. Указываются конструктивные характеристики и параметры приборов – оптических тестеров и рефлектометров для рассматриваемых методов измерений.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способность использовать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи);
- способность проводить инструментальные измерения, используемые в области инфокоммуникационных технологий и систем связи;
- способность организовывать и проводить экспериментальные испытания с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов .

### **2.Результаты освоения дисциплины.**

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- конструкции и основные параметры оптических волокон, компонентов и устройств;
- методы контроля и измерений основных параметров оптических волокон, компонентов и устройств;
- принципы действия и параметры измерительных приборов и средств контроля оптических волокон, компонентов и устройств.

Уметь:

- выбирать необходимые средства измерения и контроля параметров оптических волокон, компонентов и устройств для решения конкретных измерительных задач ;
- проводить практические измерения и обрабатывать их результаты;
- составлять отчеты о проведенных исследованиях и испытаниях, оформлять протоколы измерений.

Владеть:

- методиками контроля и измерения параметров оптических волокон, компонентов и устройств;
- методиками проведения и оформления исследований и различных видов испытаний .

### 3. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	Измерения параметров ВОСП в проходящем излучении.	Классификация измерений. Измерители мощности оптического излучения. Измерительные источники излучения. Оптические тестеры. Анализаторы оптического спектра. Оптические аттенюаторы. Измерение параметров ФПУ. Измерение энергетического запаса ВОЛТ. Измерение затухания ВОЛТ и коэффициента затухания. Измерение коэффициента ошибок в ВОСП. Измерение параметров формы оптических импульсов.
2.	Измерения рассеянного в линейном тракте излучения	Основы оптической рефлектометрии Измерение расстояния вдоль линейного тракта Измерение различных видов затухания Измерение возвратных потерь Параметры современных ОР Динамический диапазон Время измерения Пространственное разрешение Мертвая зона



№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
		Оптимальный выбор параметров ОР Параметры некоторых современных ОР

#### 4. Учебно-методическое обеспечение

а) Основная литература:

1. Листвин А.В., Листвин В.Н. Рефлектометрия оптических волокон. М.: ЛЕСАРарт, 2005. 208с.
2. Горлов Н.И., Богачков И.Р. Волоконно-оптические линии передачи. Методы и средства измерений параметров. - М.: Радиотехника, 2009. - 192 с.
3. Иванов А.Б. Волоконная оптика: компоненты, системы передачи, измерения. Издательство: Сайрус Системс Год издания: 1999 Стр.: 664.

б) Дополнительная литература:

1. Гауэр Дж. Оптические системы связи. Пер. с англ. под ред. А.И. Ларкина. — М.: Радио и связь, 1989. — 504 с.

#### 5. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Наименование ресурса	Адрес
Рефлектометрия оптических волокон	<a href="http://www.radiorog.ru.&gt;post/271">http://www.radiorog.ru.&gt;post/271</a>
Принцип работы оптического рефлектометра	<a href="http://www.tehencom.com">http://www.tehencom.com</a> .
Анализ событий по рефлектограмме	<a href="http://www.docviewer.eandex.ru.reflectogram.pdf">http://www.docviewer.eandex.ru.reflectogram.pdf</a> .

#### 6. Балльно-рейтинговая система

В процессе изучения дисциплины осуществляется промежуточный контроль- проверка знаний слушателей по отдельным разделам дисциплины в форме ответов на контрольные вопросы и итоговый контроль - проверка знаний в целом по дисциплине. Форма контроля: компьютерное тестирование. По результатам проверки знаний слушатель получает

определенное количество баллов. Максимальное количество баллов по дисциплине составляет 100 баллов.

Оценка дифференцированного зачета по дисциплине определяется в соответствии с таблицей

Рейтинговые баллы	Оценка
60...79	Удовлетворительно
80...94	Хорошо
95...100	Отлично

**Вопросы итогового теста по программе “ Волоконно – оптические системы и сети связи”**

1. Для организации связи по оптическим волокнам используется излучение из:

- рентгеновского диапазона.
- инфракрасного диапазона.
- видимого диапазона.
- ультрафиолетового диапазона.
- все ответы неверны.

2. Передающее устройство с внешней модуляцией состоит из:

- усилителя фототока
- фотодетектора
- модулятора
- источника излучения
- мультиплексора DWDM

3. Передающее устройство в линейном тракте выполняет следующие функции:

- модуляция излучения передаваемым информационным сигналом.
- преобразование электрического сигнала в оптический.
- генерация излучения рабочей длины волны.
- преобразование оптического сигнала в электрический.
- преобразование линейного кода в код каналообразующей аппаратуры.
- преобразование кода каналообразующей аппаратуры в линейный код.
- выделение тактовой частоты.

4. Ширина запрещенной зоны полупроводникового СИД составляет 0.8 эВ. Какую длину волны он излучает?

- 1200 нм
- 850 нм
- 1550 нм
- 1300 нм
- Нельзя определить

5. Приемное устройство в линейном тракте выполняет следующие функции:

- преобразование кода каналообразующей аппаратуры в линейный код.
- выделение тактовой частоты.



- преобразование линейного кода в код каналообразующей аппаратуры.
- преобразование оптического сигнала в электрический.
- преобразование электрического сигнала в оптический.

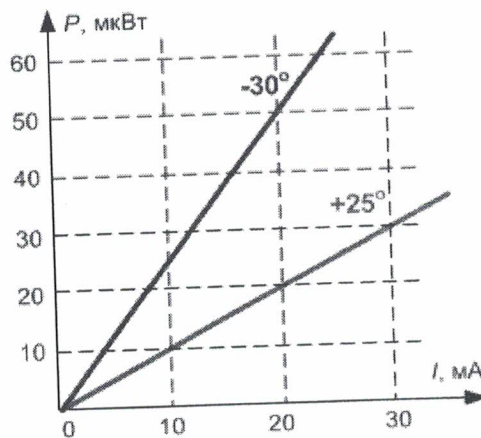
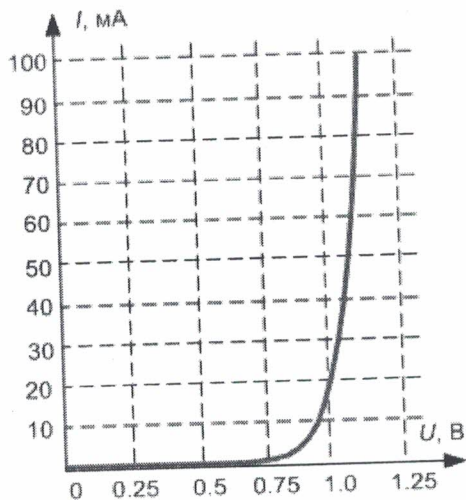
6. Положительную обратную связь в полупроводниковом лазере создает:

- резонатор
- модулятор
- фокусирующая излучение линза
- оптический фильтр

7. Линейный регенератор состоит из:

- фотоприемного устройства.
- преобразователя кода.
- скремблера.
- решающего устройства.
- передающего устройства.
- все ответы неверны.

8. На рисунке представлены ваттамперные и вольтамперная характеристики СИД. Температура составляет  $25^{\circ}\text{C}$ . Насколько увеличится мощность излучения СИД при понижении температуры до  $-30^{\circ}\text{C}$ , если напряжение смещения составляет 1 В.

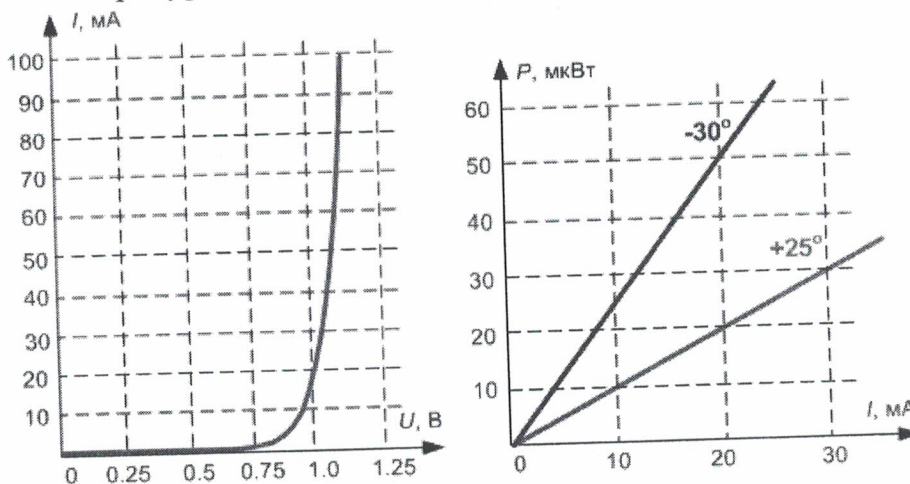


- 12 мкВт
- 25 мкВт
- 30 мкВт
- 50 мкВт
- Нельзя определить

9. Для компенсации вносимого затухания в линейном тракте могут использоваться:

- линейные регенераторы.
- оптические фильтры.
- оптические аттенюаторы.
- мультиплексоры DWDM.
- модуляторы.
- оптические усилители.

10. На рисунке представлены ваттамперные и вольтамперная характеристики СИД. Температура составляет  $25^{\circ}\text{C}$ . Насколько надо изменить напряжение смещения для того, чтобы излучаемая мощность не изменилась при понижении температуры до  $-30^{\circ}\text{C}$ .

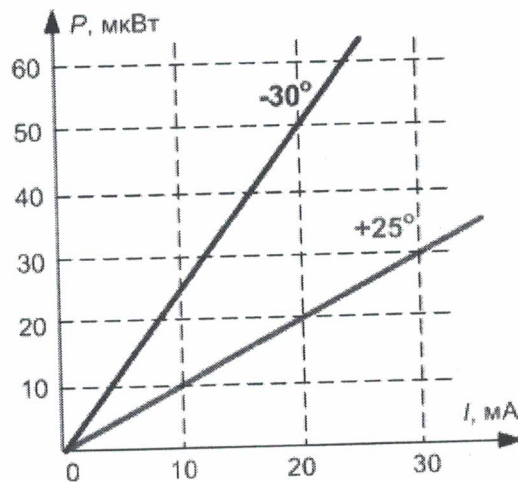


- на 100 мВ
- на 50 мВ
- на 200 мВ
- на 150 мВ
- Не изменится

11. Для оптической связи используют следующие виды источников излучения:

- газовые лазеры.
- p-i-n фотодиоды.
- полупроводниковые лазерные диоды.
- светоизлучающие диоды.
- лампы накаливания.
- лавинные фотодиоды.

12. а рисунке представлены ваттамперные характеристики СИД. Какой ток должен протекать через СИД, чтобы средняя мощность излучения составила - 20 дБм, если температура диода  $+25^{\circ}\text{C}$ .



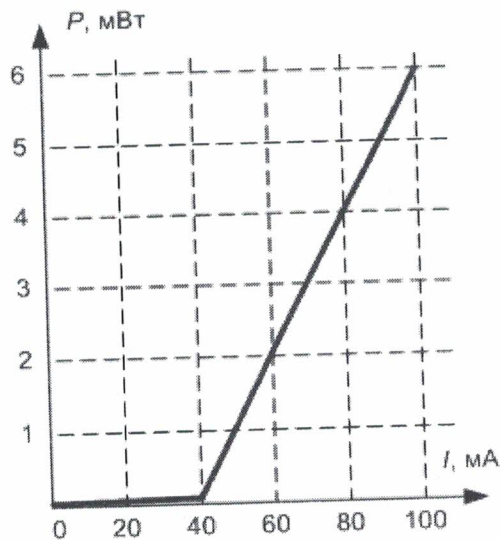
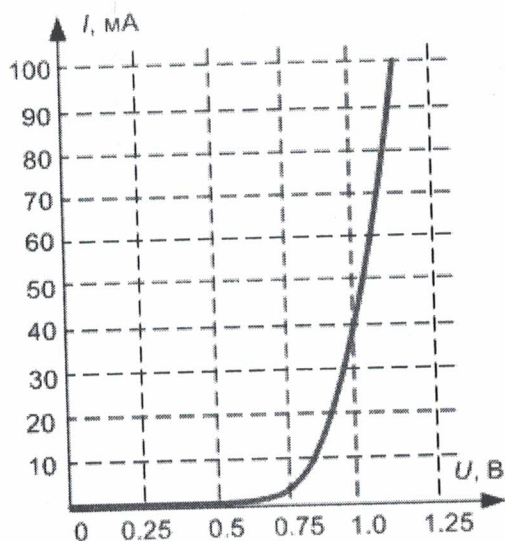
- 5 мА
- 15 мА
- 20 мА
- 10 мА
- 30 мА
- Нельзя определить

13. Для оптической связи используют следующие виды фотоприемных устройств:

- лавинные фотодиоды.
- газовые лазеры.
- р-і-п фотодиоды.
- полупроводниковые лазерные диоды.
- фоторезисторы.
- светоизлучающие диоды.

14. На рисунке представлены ваттамперная и вольтамперная характеристики лазерного диода. Какое минимальное напряжение нужно приложить к диоду, чтобы вывести его в режим лазерной генерации?





- 0.5 В
- 0.75 В
- 1 В
- 1.15 В
- Нельзя определить

15. Показатель преломления среды характеризует

- скорость распространения монохроматического света в этой среде.
- фазовую скорость распространения света в этой среде.
- групповую скорость распространения света в этой среде.
- скорость распространения энергии световой волны в этой среде.

16. Резонатор лазера Фабри-Перо образован двумя зеркалами с коэффициентами отражения 0.6. Коэффициент усиления активной среды составляет 6 Нп/мм. Какова может быть минимальная длина резонатора?

- 0.34 мм
- 0.17 мм
- 1.52 мм
- 5.76 мм
- 10.4 мм
- 2 см

17. Свет падает на плоскую границу раздела двух сред с показателями преломления  $n_1$  и  $n_2$  из среды 1. Известно, что  $n_1 < n_2$ . Отметьте верные утверждения:

- длины волн излучения в падающем и отраженном лучах одинаковы, в преломленном луче длина волны излучения больше.
- длины волн излучения в падающем и отраженном лучах одинаковы, в преломленном луче длина волны излучения меньше.
- длины волн излучения в падающем, отраженном и преломленном лучах одинаковы.

- частоты излучения в среде 1 и среде 2 различны.
- частоты излучения в среде 1 и среде 2 одинаковы.
- длины волн излучения в падающем, отраженном и преломленном лучах различны.

18. Длина волны излучения, соответствующая красной границе фотоэффекта для фотодиода, равна 870 нм. Это значит, что:

- фотодиод не может принимать оптические сигналы с длиной волны больше 870 нм
- фотодиод может принимать оптические сигналы с любой длиной волны, кроме 870 нм
- фотодиод не может принимать оптические сигналы с длиной волны меньше 870 нм
- фотодиод может принимать только оптические сигналы с длиной волны 870 нм

19. Явление полного внутреннего отражения может наблюдаться при падении света на границу раздела двух сред со стороны:

- Среды с меньшим показателем преломления.
- Более оптически плотной среды.
- Менее оптически плотной среды.
- Среды с большим показателем преломления.

20. Лавинные фотодиоды в режиме лавинного умножения работают при:

- большем обратном напряжении смещения, чем р-і-п фотодиоды
- большем прямом напряжении смещения, чем р-і-п фотодиоды
- меньшем обратном напряжении смещения, чем р-і-п фотодиоды
- меньшем прямом напряжении смещения, чем р-і-п фотодиоды

21. Конструктивноодноодовое оптическое волокно отличается от многоодового:

- диаметром сердцевины.
- диаметром оболочки.
- диаметром сердцевины и оболочки.
- цветом защитного покрытия.
- маркировкой.

22. Пороговая мощность фотоприемного устройства составляет 0.01 мкВт. Допустимое отношения сигнала к шуму для обеспечения вероятности ошибки  $10^{-10}$  составляет 20 дБ. Определите чувствительность фотоприемного устройства.

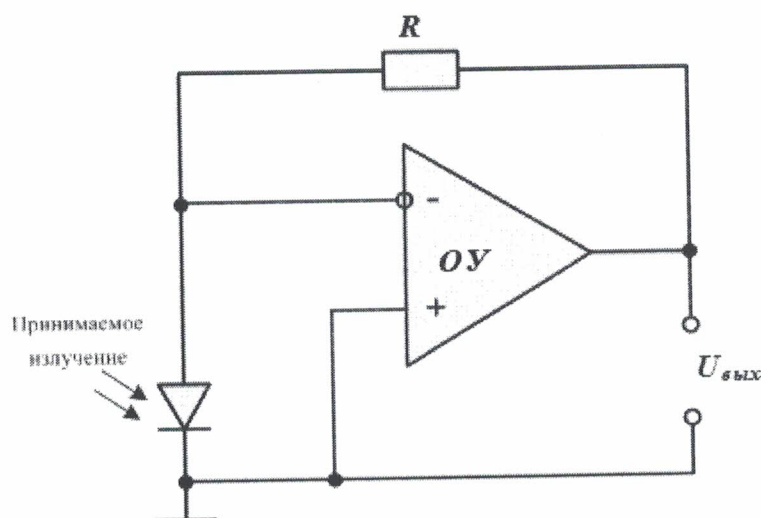
- 20 мВт
- 20 мкВт

- 1 мкВт
- 1 мВт
- 0.2 мкВт

23. Многомодовое волокно с диаметрами сердцевины 50 мкм, оболочки 125 мкм и защитного покрытия 250 мкм принято обозначать:

- 50/125/250
- 50/125
- Все ответы неверны
- 50/250
- 125/250
- 250/125
- 125/50

24. Схема включения р-і-п фотодиода показана на рисунке. При уровне мощности излучения  $p = 0$  дБм, сопротивлении резистора  $R = 1000$  Ом выходной сигнал составляет  $U_{\text{вых}} = 600$  мВ. Определите чувствительность р-і-п фотодиода.



- 0.3 А/Вт
- 0.5 А/Вт
- 0.6 А/Вт
- 1.0 А/Вт
- Нельзя определить

25. Кварцевое оптическое волокно с диаметром оболочки 400 мкм является:

- многомодовым
- одномодовым
- может быть как одномодовым, так и многомодовым



26. Фотоприемное устройство на основе p-i-n фотодиода построено по трансимпедансной схеме. Основными источниками шума являются:

- дробовой шум
- шумы лавинного умножения
- шумы операционного усилителя
- нестабильность мощности источника излучения
- конечная ширина спектра принимаемого сигнала
- тепловой шум резистора в цепи обратной связи
- шумы лавинного умножения

27. Профилем показателя преломления называют:

- зависимость показателя преломления оболочки волокна от длины волны
- зависимость показателя преломления сердцевины волокна от длины волны
- закон изменения показателя преломления в поперечном сечении волокна
- закон изменения показателя преломления вдоль оптической оси волокна

28. Фотоприемное устройство на основе лавинного фотодиода построено по трансимпедансной схеме. Основными источниками шума являются:

- шумы лавинного умножения
- конечная ширина спектра принимаемого сигнала
- нестабильность мощности источника излучения
- шумы операционного усилителя
- дробовой шум
- тепловой шум резистора в цепи обратной связи

29. Какие длины волн используются для оптической связи:

- 1300 нм
- 300 нм
- 1310 нм
- 850 нм
- 2000 нм
- 1550 нм
- Для оптической связи не используется ни одна из перечисленных длин волн

30. Как называют 2 уровень в 3-х уровневой модели эрбиевого волоконно-оптического усилителя (EDFA)?

- средний
- оптимальный
- нулевой
- квазистационарный

- динамический

31. Оптическим модулем называют:

- оптический кабель специального назначения
- одно или несколько волокон во вторичном покрытии
- сердечник оптического кабеля
- одно или несколько волокон в первичном покрытии
- сердцевину и оболочку оптического волокна

32. Частотный интервал между каналами плотного спектрального мультиплексирования с центральными длинами волн 1549.99 и 1555.21 нм составляет:

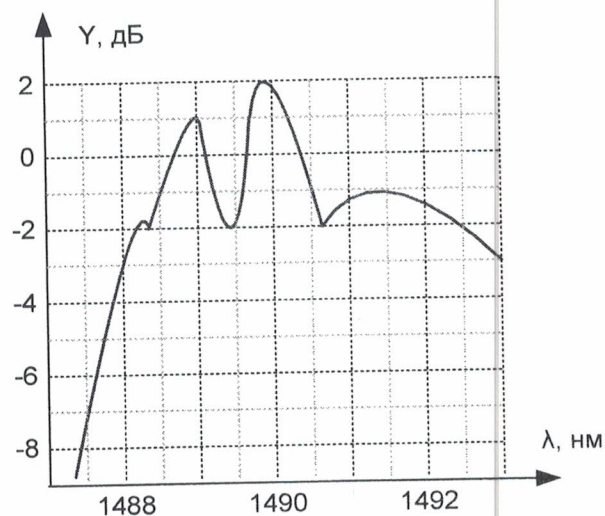
- 250 ГГц
- 650 ГГц
- 340 ГГц
- 18 ГГц
- 2600 ГГц

33. Броня предназначена для защиты оптического кабеля:

- от грызунов
- от механических повреждений
- от воздействия экстремально высоких или низких температур
- от проникновения воды
- от чрезмерных растягивающих и раздавливающих нагрузок
- от удара молнии
- от коррозии

34. Центральная длина волны канала, спектральная характеристика которого приведена на рисунке составляет:

- 1490 нм
- 1489.50 нм
- 1491.50 нм
- 1490.50 нм
- 1489 нм



35. Центральный силовой элемент предназначен для:

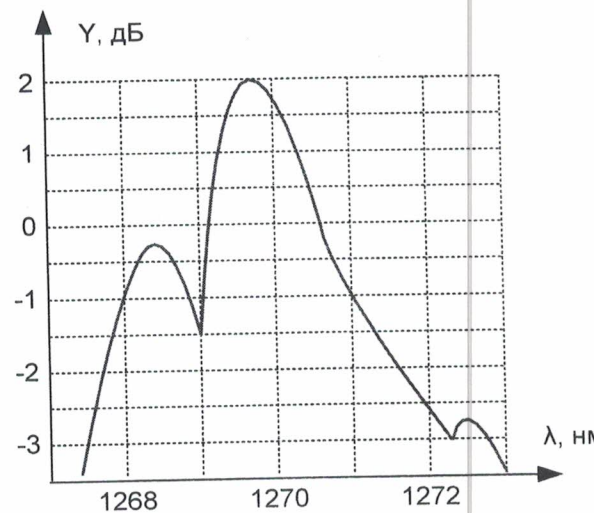
- защиты оптического кабеля от растягивающих усилий
- крепления самонесущего оптического кабеля к опоре
- обеспечения дистанционного питания
- защиты кабеля от грызунов
- облегчения процесса монтажа оптического кабеля

36. Какие виды потерь в оптических волокнах относят к собственным:

- [+] потери на релеевское рассеяние
- [+] потери на поглощение
- [-] потери из-за механических напряжений в оптическом волокне
- [-] потери на макро- и микроизгибах
- [-] потери в местах соединения оптических волокон
- [-] потери на вводе излучения от источника в оптическое волокно

37. Неравномерность спектральной характеристики канала, приведенной на рисунке, составляет:

- 4.5 дБ
- 0 дБ
- 3.5 дБ
- 5 дБ
- 2.25 дБ



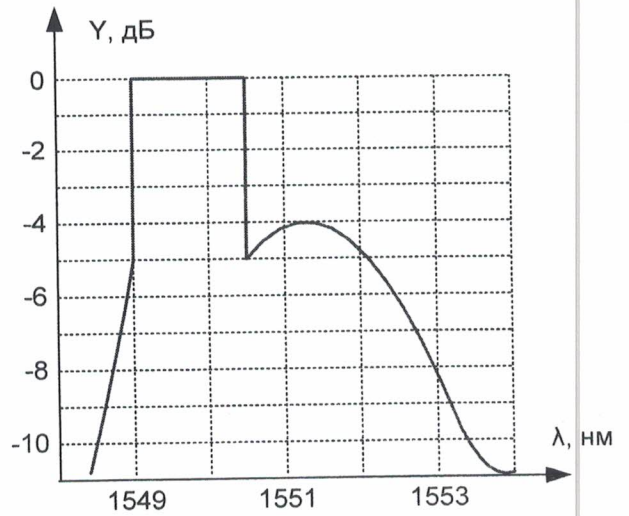
38. Межмодовая дисперсия имеет место

- только в одномодовых волокнах
- как в многомодовых, так и в одномодовых волокнах
- только в многомодовых волокнах



39. Неравномерность спектральной характеристики канала, приведенной на рисунке, составляет:

- 5 дБ
- 0 дБ
- 4 дБ
- 1 дБ
- 3 дБ

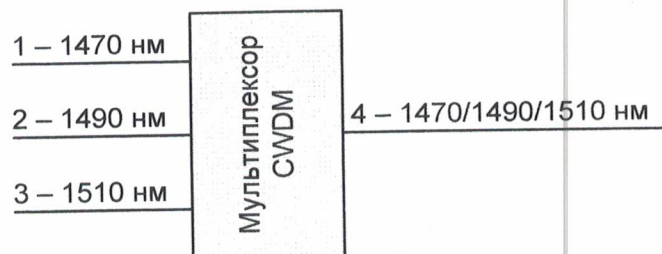


40. Межмодовая дисперсия обусловлена:

- зависимостью диаметра модового поля от длины волны
- зависимостью показателя преломления кварцевого волокна от длины волны
- зависимостью коэффициента затухания кварцевого волокна от длины волны
- зависимостью коэффициента затухания кварцевого волокна от направления поляризации
- наличием в волокне нескольких направляемых мод, распространяющихся с различными скоростями
- зависимостью скорости распространения света от направления его поляризации

41. В результате исследования показанного на рисунке трехканального мультиплексора CWDM было установлено:

- при подключении к входу 1 источника излучения с длиной волны 1470 нм и средней мощностью 2 мВт уровень излучения этой длины волны на входе 2 составляет -23 дБм;
- при подключении ко входу 1 источника излучения с длиной волны 1470 нм и средней



мощностью 16 мВт уровень излучения этой длины волны на входе 3 составляет 20 мкВт.

Направленность канала с длиной волны 1470 нм составляет:

- 23 дБ
- 26 дБ
- 29 дБ
- 13 дБ

42. Межмодовая дисперсия уменьшилась в 2.5 раза. Как изменилось уширение импульса из-за межмодовой дисперсии в оптическом волокне той же длины?

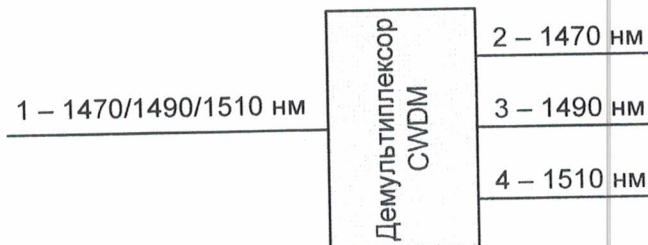
- уменьшилось в 2.25 раз
- увеличилось в 2.5 раза
- уменьшилось в 1.25 раза
- уменьшилось в 2.5 раза
- увеличилось в 2.25 раз
- увеличилось в 1.25 раза

43. В результате исследования показанного на рисунке 3-канального демультиплектора CWDM было установлено:

- при подключении ко входу 1 источника излучения с длиной волны 1470 нм и средней мощностью 2 мВт уровень излучения этой длины волны на выходе 3 составляет -27 дБм;
- при подключении ко входу 1 источника излучения с длиной волны 1470 нм и средней мощностью 16 мВт уровень излучения этой длины волны на выходе 4 составляет 10 мкВт.

Изоляция канала с длиной волны 1470 нм составляет:

- 23 дБ

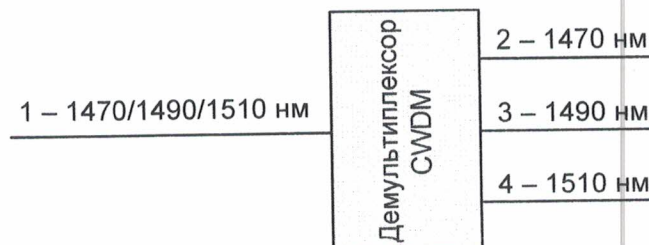


- 26 дБ
- 30 дБ
- 13 дБ

44. Два многомодовых волокна отличаются только показателем преломления оболочки. У какого из них межмодовая дисперсия больше?

- у волокна с меньшим показателем преломления оболочки
- у волокна с большим показателем преломления оболочки
- межмодовая дисперсия волокон одинакова
- нельзя определить

45. В результате исследования показанного на рисунке 3-канального демультиплектора CWDM было установлено, что при подключении ко входу 1 источника излучения с длиной волны 1470 нм и средней мощностью 2 мВт:



- уровень излучения этой длины волны на выходе 3 составляет – 27 дБм;

- мощность излучения этой длины волны на выходе 4 составляет 2 мкВт.

Защищенность от перекрестных помех, создаваемых каналом с длиной волны 1470 нм, составляет:

- 27 дБ
- 9 дБ
- 30 дБ
- 13 дБ

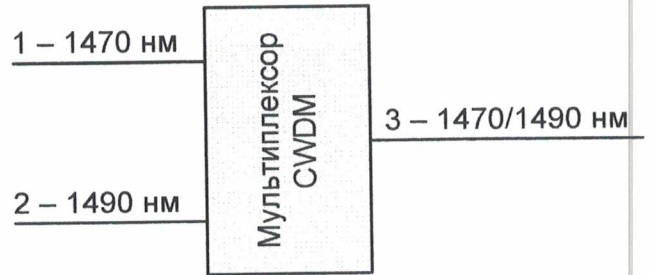
46. Межмодовая дисперсия оптического волокна возросла в 3 раза. Его широкополосность:

- Не изменилась
- Уменьшилась в 9 раз
- Увеличилась в 9 раз
- Уменьшилась в 3 раза
- Увеличилась в 3 раза



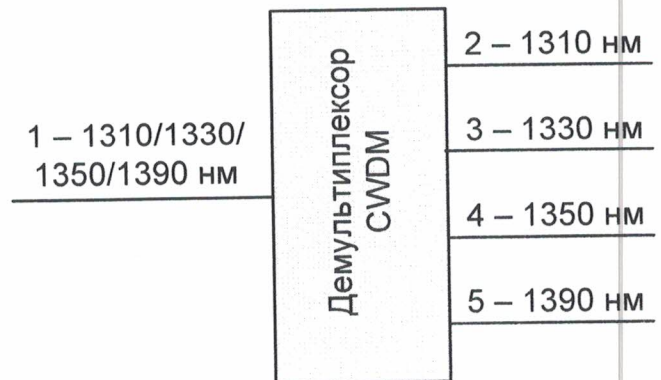
47. В результате исследования показанного на рисунке двухканального мультиплексора CWDM было установлено, что при подключении ко входу 1 источника излучения с длиной волны 1470 нм и средней мощностью 2 мВт уровень излучения этой длины волны на выходе 3 составляет -3 дБм. Вносимые мультиплексором на длине волны 1470 нм потери составляют:

- 9 дБ
- 3 дБ
- 6 дБ
- 14 дБ



48. Уровень группового сигнала на входе четырехканального демультиплексора CWDM составляет 20 дБм. Известно, что мощности сигналов 4-х каналов на входе 1 равны. На выходе 4 мощность сигнала с длиной волны 1350 нм составляет 8 мВт. Вносимые демультиплексором на длине волны 1350 нм потери составляют:

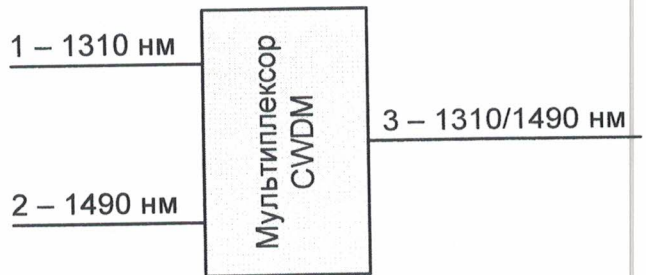
- (-) 14 дБ
- (+) 5 дБ
- (-) 9 дБ
- (-) 20 дБ



49. Материальная дисперсия имеет место:

- Только в многомодовых оптических волокнах
- Только в одномодовых оптических волокнах
- Как в одномодовых, так и в многомодовых оптических волокнах

50. Вносимые показанным на рисунке двухканальным мультиплексором CWDM составляют 2 дБ на длине волны 1310 нм и 3 дБ на длине волны 1490 нм. К мультиплексору подключили источники излучения: ко входу 1 – источник с длиной волны 1310 нм и мощностью излучения 8 мВт, ко входу 2 – источник с длиной волны 1490 нм и мощностью излучения 2 мВт. Мощность сигнала на выходе 3 составит:

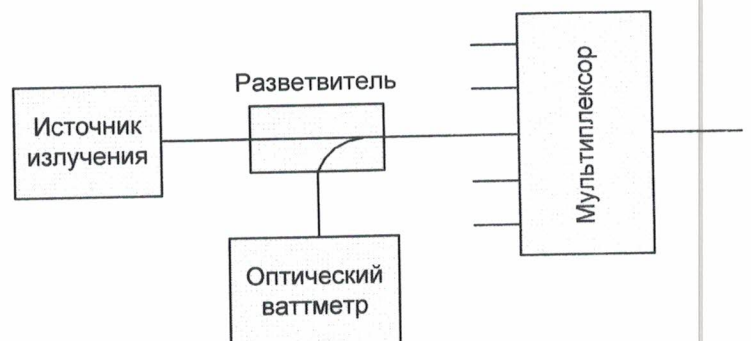


- 6 мВт
- 10 мВт
- 8 мВт
- 2 мВт

51. Волноводная дисперсия имеет место:

- Только в одномодовых оптических волокнах
- Только в многомодовых оптических волокнах
- Как в одномодовых, так и в многомодовых оптических волокнах

52. Для определения возвратных потерь мультиплексора использовалась схема, показанная на рисунке. Мощность излучения источника составляет 2 мВт. Уровень излучения, измеренный оптическим ваттметром, равен -36 дБм. Потери, вносимые разветвителем, составляют 3 дБ. Возвратные потери мультиплексора равны:



- 39 дБ
- 24 дБ
- 14 дБ
- 33 дБ

53. Какие из утверждений верны:

- Хроматическая дисперсия одномодового оптического волокна может быть как положительной, так и отрицательной
- Хроматическая дисперсия одномодового оптического волокна всегда положительна
- Существует длина волны, на которой хроматическая дисперсия одномодового оптического волокна обращается в ноль
- Хроматическая дисперсия одномодового оптического волокна всегда отрицательна

54. Какие из следующих утверждений верны:

- Для сетей PON свойственно наличие пассивных оптических сплиттеров (разветвителей, каплеров), которые разделяют оптическое волокно на несколько и распределяют мощность сигнала между окончаниями (ответвлениями) в любых пропорциях.
- Одним из основных преимуществ сетей PON являются оптические сплиттеры (разветвители, каплеры), которые часто являются единственным активным элементом сети, что существенно увеличивает её надёжность.
- Одним из основных преимуществ сетей PON являются оптические сплиттеры (разветвители, каплеры), которые являются полностью пассивными элементами сети (не требуют питания) и могут делить мощность сигнала между окончаниями (ответвлениями) без потерь.

55. Материальная дисперсия обусловлена:

- зависимостью скорости распространения света от направления его поляризации
- зависимостью коэффициента затухания кварцевого волокна от длины волны
- наличием в волокне нескольких направляемых мод, распространяющихся с различными скоростями
- зависимостью коэффициента затухания кварцевого волокна от направления поляризации
- зависимостью показателя преломления кварцевого волокна от длины волны

56. Какие из следующих утверждений верны:

- В сетях PON для прямого и обратного потоков используется концепция множественного доступа с временным разделением TDMA (TimeDivisionMultipleAccess).
- Прямой поток Downstream (к абоненту) является широковещательным.
- Все абонентские узлы ведут передачу, используя концепцию множественного доступа с временным разделением TDMA (TimeDivisionMultipleAccess).



57. К хроматической дисперсии относятся:

- межмодовая и материальная дисперсии
- только поляризационно-модовая дисперсия
- только волноводная дисперсия
- межмодовая и волноводная дисперсии
- только материальная дисперсия
- межмодовая и поляризационно-модовая дисперсии
- материальная и волноводная дисперсии
- только межмодовая дисперсия

58. Технология GPON:

- Описана в стандарте ITU-T G.984
- Описана в стандарте IEEE 802.3ah
- Нестандартизированная технология.

59. В одномодовых волокнах отсутствует:

- межмодовая дисперсия
- поляризационно-модовая дисперсия
- хроматическая дисперсия
- все перечисленные виды дисперсии имеют место

60. Технология EPON:

- Описана в стандарте ITU-T G.984
- Описана в стандарте IEEE 802.3ah
- Нестандартизированная технология

61. Что входит в состав нормативно-технической документации?

- ТЗ на проектирование
- ТЗ, эскизный проект, рабочий проект, рабочие чертежи, пояснительная записка, сметная документация
- Сравнительная характеристика аппаратуры
- Описание способов строительства ВОЛС

62. Технология Turbo-EPON:

- Описана в стандарте ITU-T G.984
- Описана в стандарте IEEE 802.3ah
- Базируется на стандарте IEEE 802.3ah
- Нестандартизированная технология
- В России и СНГ позиционируется компанией Элтекс

63. Что необходимо учитывать при оценке трафика ВОЛС?

- Существующую структуру связи в регионе и объем предоставляемых услуг
- Распределение цифровых потоков по населенным пунктам (, составленную на основании сведений по региону и численности населения.
- Потребности в телефонии, скоростях передачи данных – интернет, ТВ вещании, потребности мобильных операторов, сети Ethernet или FastEthernet
- Особенности прохождения трассы ВОЛС и необходимость организации различных переходов

64. Предпроектные изыскательские работы и их значение в формировании технического задания.

- Возможно их проведение на основе документации, определяющей состояние существующей сети
- Входят в состав рабочей документации по проекту
- Являются неотъемлемой частью технического задания
- Являются неотъемлемой частью технического задания

65. Типовая скорость потоков Downstream/Upstream в технологии EPON (1G-EPON):

- 2500/1250
- 2500/1000
- 1250/1250
- 1000/1000

66. Рабочие чертежи это?

- Структурные схемы аппаратуры ВОЛС, технологические карты ее настройки.
- Планы помещений, чертежи трассы ВОЛС, схемы размещения оборудования, планы прокладки ВОК и чертежи ввода в объекты.
- Результаты проектно-изыскательских работ в виде черновиков проведенных исследований и предварительных оценок.
- Расчеты технико-экономического обоснования проектных решений, оценки трафика ВОЛС, характеристик участков регенерации, бюджета ВОЛС.

67. Типовая скорость потоков Downstream/Upstream в технологии EPON (1G-EPON):

- 2500/1250
- 2500/1000
- 1250/1250
- 1000/1000

68. Пояснительная записка проекта ВОЛС содержит

- Описание конструкций кабельных изделий, видов работ, технические условия на оборудование.
- Технологию выполнения СМР, пуско-наладочных работ, проведению работ по измерениям на ВОЛС.
- Назначение ВОЛС, расчеты по скоростям передачи, вид и описание трафика, необходимые обоснования по выбору трассы ВОЛС, аппаратуры, ВОК, мероприятий по БЖД при выполнении СМР.
- Перечень материалов и технологического оборудования, приобретаемого для реализации проектных решений.

69. Типовая скорость потоков Downstream/Upstream в технологии GPON:

- 2488/1244
- 2500/1000
- 1250/1250

70. Какой период отводится на проведение пред проектных изыскательских работ

- 1 месяц.
- 2 месяца.
- В зависимости от протяженности предполагаемой к проектированию ВОЛС.
- Оговаривается в соответствующем разделе ТЗ.

71. Максимальная условная (принятая) дальность работы трансиверов в сетях PON:

- 5 км
- 10 км
- 20 км
- 50 км

72. Какие источники используются для выбора и принятия проектных решений

- Нормативно-техническая документация, СНиП, правила проектирования, руководящий технический материал, данные по кабелям и оборудованию.
- Научно-популярная литература по развитию и использованию ВОЛС.
- Техническая и справочная литература, методики расчета параметров оптических волокон.

73. Длины волн, свойственные технологиям PON (Downstream/ Upstream/ CATV), нм:

- 1310/1210/1500
- 1410/1310/1550
- 1490/1310/1550



74. Время восстановления ВОЛС состоит из?

- Одного фактора.
- Двух факторов
- Трех факторов.
- Четырех факторов.

75. Какие из следующих утверждений верны:

- В технологиях семейства EPON для кодирования сигнала на физическом уровне применяют линейный код 8B/10B, избыточность которого составляет примерно 25%, и, как следствие, на 25% уменьшается полезная полоса канала.
- В технологии GPON для кодирования сигнала на физическом уровне применяют линейный код 8B/10B, избыточность которого составляет примерно 25%, и, как следствие, на 25% уменьшается «чистая» полоса канала.
- В технологии GPON для кодирования сигнала на физическом уровне применяют линейный код NRZ, избыточность которого составляет примерно 25%, и, как следствие, на 25% уменьшается «чистая» полоса канала.

76. Укажите правильные названия технологий WDM.

- CWDM, DWDM, HDWDM.
- MWDM, GWDM, BWDM.
- VWDM, FWDM, KWDM.
- RWDM, TWDM, SWDM

77. OLT (Optical Line Terminal) – это:

- Станционное оборудование в сетях PON
- Абонентские терминалы в сетях GPON
- Абонентские терминалы в сетях EPON
- Модель станционного оборудования PON у компаний Huawei и Элтекс.

78. Какие характеристики имеет ВОК при размещении его в грозозащитном тросе.

- Кабели с усиленными силовыми элементами, размещенными в кабельном сердечнике.
- Кабели с вынесенным силовым элементом типа 8-ки, в зависимости от способа подвески.
- Самонесущие ВОК с мощными силовыми элементами.
- Сердечник оптического кабеля размещен в грозозащитном тросе, надежно защищен от всех атмосферных воздействий.

79. ONU/ONT (Optical Network Unit/ Optical Network Terminal) – это:

- Станционное оборудование в сетях EPON/GPON
- Абонентские терминалы в сетях EPON/GPON

80. Компенсаторы дисперсии, когда они применяются?

- На участках регенерации протяженностью до 30 км, на оборудовании уровня STM-4.
- На участках ВОЛС протяженностью в несколько сотен км совместно с оптическими усилителями в технологиях WDM.
- На участках ВОЛС реализованных на волокнах типа  $\pm$ NZDSF, используемых для технологий WDM.
- На внутрizonовых ВОЛС с использованием аппаратуры синхронной иерархии различного уровня.

81. Для технологии GPON справедливы следующие утверждения:

- Полностью стандартизированная технология (рекомендация ITU-T G.984).
- Технология имеет полностью стандартизированный протокол управления OMCI (протокол TR-069).
- Технология использует линейный код NRZ без избыточности.
- Технология использует избыточный линейный код 8B/10B (полезная полоса канала уменьшается на 25%).
- Технология использует более эффективные механизмы для передачи TDM-трафика.
- Для технологии свойственно более сложное конфигурирование оборудования.
- Для технологии свойственна более низкая цена за станционное оборудование OLT.

82. По маркировке ВОК можно определить

- Эксцентриситет сердцевины и оболочки ОВ в сердечнике кабеля.
- Адрес завода изготовителя.
- Протяженность строительной длины.
- Количество и тип элементов кабельного сердечника, тип ОВ, свойства внешней оболочки, некоторые механические характеристики.

83. В технологии GPON максимальное количество абонентских терминалов на одно волокно (один порт PON) ограничено стандартом и равняется (А), на практике же операторы обычно подключают не более (Б) терминалов.

- А – 256; Б – 128
- А – 128; Б – 64
- А – 128; Б – 32
- А – 64; Б – 32

84. Какие основные критерии для выбора конструкции муфт.

- Количество волокон в ВОК, способ прокладки, факторы, влияющие на надежность монтажа.
- Количество строительных длин ВОК по трассе ВОЛС, которые необходимо соединять.
- Конструкция ВОК и их элементы защиты от механических воздействий.



- Элементами крепления муфт в кабельном колодце или защитном контейнере.

85. В технологиях EPON (1G-EPON) и Turbo-(G)EPON максимальное кол-во абонентских терминалов на одно волокно (один порт PON) стандартом не ограничено и упирается в ограничения по оптическому бюджету. На практике часто предпочитают использовать следующий коэффициент разветвления сплиттера:

- 1 : 256
- 1 : 128
- 1 : 64
- 1 : 32

86. Подвеска ВОК типа 8-ки осуществляется с помощью ...

- Лидирующего троса.
- С применением обычных и поддерживающих зажимов, размещаемых на консоли, закрепленной на опоре.
- С помощью навивочной машины.
- С помощью блоков, обеспечивающих равномерное движение ВОК.

87. В сетях GPON при коэффициенте разветвления сплиттера 1:64 максимальная «честная» полоса «на абонента» в сторону к абоненту составит:

- $2488\text{М} / 64 = 39\text{М}$
- $(2488\text{М} - 25\%) / 64 = 29\text{М}$
- $1250\text{М} / 64 = 19.5\text{М}$
- $(1250\text{М} - 25\%) / 64 = 14.6\text{М}$

88. Выбор воздушных вариантов строительства ВОЛС предполагает ...

- Ознакомление с проектными решениями по строительству ЛЭП того или иного уровня, опор контактной сети ЭЖД.
- Определение средней протяженности пролета между опорами.
- Климатические условия региона, точное знание протяженности пролетов, типы опор, напряженности электрического и магнитного поля в месте подвески ВОК.
- Наличие поддерживающих зажимов, размещаемых на консоли, закрепленной на опоре

89. В сетях EPON (1G-EPON) при коэффициенте сплиттования 1:32 максимальная «честная» полоса «на абонента» в сторону к абоненту составит:

- $2500\text{М} / 32 = 78\text{М}$



- $(2500\text{M} - 25\%) / 32 = 58\text{M}$
- $1250\text{M} / 32 = 39\text{M}$
- $(1250\text{M} - 25\%) / 32 = 29\text{M}$

90. Каким образом осуществляется контроль за качеством разъемных соединений.

- Путем проверки на просвет.
- Наблюдением в микроскоп качества полировки торца феррулы.
- Использованием технологического оборудования, которое автоматически определяет тип полировки.
- Измерением прямых и возвратных потерь с использованием нормализующей длины.

91. Какие из следующих утверждений верны:

- В сетях PON возможна передача CATV на отдельной длине волны 1550 нм в том же оптическом волокне. Абонентский терминал принимает сигнал и подает его на коаксиальный радиочастотный RF-разъем, к которому подключается обычный телевизор.
- Часто в связи со слабым уровнем телевизионного сигнала для его подмешивания в оптическое волокно приходится использовать сплиттеры с усилителем сигнала EDFA-WDM вместо обычных пассивных (по одному сплиттеру на волокно PON на станционной стороне).
- В сетях PON часто используют коаксиальный радиочастотный RF-разъем на абонентском терминале для получения телевизионного сигнала IPTV, переданного на отдельной длине волны 1490 нм, что позволяет высвободить «полезную» полосу на абонента.
- По умолчанию во всех типах абонентских узлов ONU/ONT сигнал CATV выделяется с помощью триплексера и выводится на RF-выход.

92. Какие факторы приводят к погрешности измерения затухания вносимого оптическим волокном на определенной длине волны оптическими тестерами

- нестабильность излучаемой источником оптической мощности
- нестабильность длины волны излучения источника
- микро и макроизгибами оптического волокна
- изменение длины оптического волокна
- погрешность измерения оптической мощности ваттметром
- микро и макроизгибами оптического волокна

93. Как осуществляется контроль качества монтажа муфт.

- С помощью оптического рефлектометра.
- С использованием ПКП-8, 10, 12.
- С использованием прибора ИРК-ПРО
- Светодиодом на просвет.

94. Динамический диапазон рефлектометра при увеличении длительности зондирующего импульса в 10 раз:

- увеличивается на 10 дБ
- уменьшается на 10 дБ
- увеличивается на 7.5 дБ
- уменьшается на 7.5 дБ
- увеличивается на 5 дБ
- уменьшается на 5 дБ
- увеличивается на 2.5 дБ
- уменьшается на 2.5 дБ
- не изменяется

95 . Приемо-сдаточные измерения

- Измерение глубины прокладки ВОК
- Комплекс измерений для определения состояния проложенных кабельных линий. Измеряемые параметры и характеристики, оформляются в виде паспортных данных, которые должны соответствовать действующим нормам ГОСТ и ТУ.
- Измерение стрел провеса и длительно допустимых растягивающих усилий
- Измерение ширины охранной зоны трассы ВОЛС.

96. Динамический диапазон рефлектометра при увеличении мощности зондирующего импульса в 10 раз:

- увеличивается на 10 дБ
- уменьшается на 10 дБ
- увеличивается на 7.5 дБ
- уменьшается на 7.5 дБ
- увеличивается на 5 дБ
- уменьшается на 5 дБ
- увеличивается на 2.5 дБ
- уменьшается на 2.5 дБ
- не изменяется

97. Кто должен осуществлять технический надзор.

- Ген.подрядчик
- Суб подрядчик.
- Заказчик.
- Комиссия по приемки ВОЛС

98. Динамический диапазон рефлектометра при увеличении числа накоплений сигнала обратного рассеяния в 10 раз:

- увеличивается на 10 дБ
- уменьшается на 10 дБ
- увеличивается на 7.5 дБ



- уменьшается на 7.5 дБ
- увеличивается на 5 дБ
- уменьшается на 5 дБ
- увеличивается на 2.5 дБ
- уменьшается на 2.5 дБ
- не изменяется

99. Что входит в обязанности рабочей комиссии.

- Проверка проектных решений и различных планов по реализации проекта.
- Проверка размещения оборудования, использования технологической оснастки и др. материалов.
- Проверка компетенции представителей заказчика и ген.подрядчика в составе комиссии.
- Проверка соответствия выполненных СМР ПСД, стандартам, СНиП производства работ.

100. Динамический диапазон рефлектометра при увеличении времени регистрации рефлектограммы в 10 раз:

- увеличивается на 10 дБ
- уменьшается на 10 дБ
- уменьшается на 7.5 дБ
- увеличивается на 5 дБ
- уменьшается на 5 дБ
- увеличивается на 2.5 дБ
- уменьшается на 2.5 дБ
- не изменяется

101. Какие основные документы должны быть предоставлены приемочной комиссии для ее работы

- Техничко-экономические расчеты и оценка срока окупаемости законченной строительством ВОЛС.
- Данные о поставщиках кабельных изделий и другого технологического оборудования.
- Протокол обследования законченной строительством ВОЛС; справка об устранении недоделок, выявленных рабочей комиссией; акт рабочей комиссии о готовности законченной строительством ВОЛС.
- Техническая документация на аппаратуру и кабельные изделия, и протоколы определения их соответствия ТУ производителя.

102. Увеличение периода следования оптических импульсов 4 раза при сохранении времени регистрации приводит к :

- увеличению диапазона измерения расстояний в 4 раза
- увеличению диапазона измерения расстояний в 2 раза
- уменьшению диапазона измерения расстояний в 4 раза
- увеличению диапазона измерения расстояний в 4 раза



- увеличению динамического диапазона на 3 дБ
- уменьшению динамического диапазона на 3 дБ
- увеличению динамического диапазона на 4 дБ
- уменьшению динамического диапазона на 4 дБ

103. В исходных данных к ТЗ необходимо привести...?

- Административное значение региона, где предполагается строительство ВОЛС
- Численность населения по пунктам участка сети, протяженность трассы, предоставляемые услуги, возможные варианты реализации ВОЛС
- Особенности прохождения трассы ВОЛС, количество переходов, способ их организации
- Параметры активного оборудования, количество цифровых потоков, выделяемых в оконечных и промежуточных пунктах

104. Разрешающая способность рефлектометра (минимальное расстояние между двумя различимыми неоднородностями) при увеличении длительности зондирующего импульса:

- увеличивается
- уменьшается
- не изменяется

105. В пояснительной записке проекта приводятся методики проведения РВР и АВР?

- Приводятся с описанием технологий их проведения в зависимости от региона, оценкой времени на восстановление ВОЛС, методикой использования временных вставок
- Приводятся только с указанием и ссылками на материалы, разработанными МС РФ
- Даются рекомендации по проведению РВР и АВР, а так же рекомендации по профилактическому контролю за состоянием линейных сооружений
- Только общие указания и ссылки на нормативные документы

106. Разрешающая способность рефлектометра (минимальное расстояние между двумя различимыми неоднородностями) при увеличении периода следования зондирующих импульсов:

- увеличивается
- уменьшается
- не изменяется

107. Предпроектные изыскательские работы, что они подразумевают.

- Изучение исходных данных по состоянию связи в регионе.
- Сбор данных о ситуационном плане трассы ВОЛС, объектах, разработка предложений по способу строительства.

- Анализ предыдущих проектных решений и возможности их использования для нового строительства.
- Подготовка планов размещения аппаратуры на объектах, предложений по их составу и количеству.

108. Разрешающая способность рефлектометра (минимальное расстояние между двумя различимыми неоднородностями) при увеличении числа накоплений сигнала обратного рассеяния:

- увеличивается
- уменьшается
- не изменяется

109. Кто утверждает ТЗ на проектирование

- Главный инженер проекта
- Главный бухгалтер заказчика
- Руководители организации заказчика и ген. Подрядчика
- Руководители технических служб заказчика

110. Определите минимальное значение разрешающей способности оптического рефлектометра в ОВ с показателем преломления сердцевины 1.5 при длительности зондирующего импульса 10 нс.

- 10 м
- 5 м
- 1 м
- 0.1 м

111. Определите минимальное значение мертвой зоны оптического рефлектометра в ОВ с показателем преломления сердцевины 1.5 при длительности зондирующего импульса 100 нс.

- 10 м
- 5 м
- 1 м
- 0.1 м

112. Сравните величины мертвых зон рефлектометра для сигнала обратного рассеяния и френелевских отражений в ближней зоне волоконно-оптического тракта

- они одинаковы
- мертвая зона для сигнала обратного рассеяния больше
- мертвая зона для френелевских отражений больше
- возможны все три варианта для различных волоконно-оптических трактов

113. Найдите максимальное расстояние по рефлектограмме, где отношение сигнала обратного рассеяния к шуму приближается 1, если ОВ имеет затухание 0.05 Нп/км, а динамический диапазон рефлектометра составляет 43.4 дБ.

- 200 км
- 43.4 км
- 21.7 км
- 100 км
- 150 км

114. Величина динамического диапазона рефлектометра возрастает при:

- увеличении мощности зондирующего импульса
- увеличении длительности зондирующего импульса
- увеличении пороговой мощности фотоприемного устройства
- увеличении числа накоплений

115. В рефлектометре последовательно проводятся следующие операции по обработки обратно рассеянного излучения: преобразование оптического сигнала в электрический, усиление, аналого-цифровое преобразование, логарифмическое преобразование и отображение результата. Где принципиально нельзя проводить операцию накопления сигнала?

- после фотоприемника
- после усилителя
- после АЦП
- после логарифматора

116. При каких законах распределения шумов нельзя проводить простое накопление сигнала путем его осреднения?

- симметричное распределение с математическим ожиданием равным 0
- гауссовское распределение с дисперсией равной математическому ожиданию
- гауссовское распределение с математическим ожиданием равным 0
- равномерным распределением с математическим ожиданием равным 0
- равномерным распределением с математическим ожиданием не равным 0