

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Нижегородский государственный технический университет**  
**им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)**

---

Образовательно-научный институт ядерной энергетики  
и технической физики им. академика Ф.М. Митенкова (ИЯЭиТФ)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

\_\_\_\_\_ Легчанов М.А.

“19” марта 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ОД.22 Проектирование, строительство и эксплуатация ВОЛС**  
**для подготовки бакалавров**

Направление подготовки: 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Направленность: Оптические системы и сети связи

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2024, 2025

Выпускающая кафедра ФТОС

Кафедра-разработчик ФТОС

Объем дисциплины 144 часов/4 з.е.

Промежуточная аттестация: зачет с оценкой

Разработчик: Малахов В.А., д.т.н., доцент

Нижний Новгород

2025

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 19 сентября 2017 г. № 930 на основании учебных планов, принятых УМС НГТУ, протоколы от 21.05.2024 г. № 16 и 17.12.2024 г. № 6.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 12 марта 2025 г. № 16.  
Зав. кафедрой д.ф.-м.н., профессор, Раевский А.С. \_\_\_\_\_

(подпись)

Программа рекомендована к утверждению советом ИЯЭиТФ, протокол от 19 марта 2025 г. № 1.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 11.03.02-О-42.  
Начальник МО \_\_\_\_\_

Заведующая отделом комплектования НТБ

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Кабанина Н.И.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ОГЛАВЛЕНИЕ.....</b>	<b>3</b>
<b>1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>4</b>
1.1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
1.2. ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	4
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>4</b>
<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>4</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>10</b>
4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ .....	10
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ.....	11
<b>5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>16</b>
<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>20</b>
6.1. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА, ПЕЧАТНЫЕ ИЗДАНИЯ БИБЛИОТЕЧНОГО ФОНДА.....	20
6.2. СПРАВОЧНО-БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	20
6.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ.....	20
<b>7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>21</b>
7.1. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....	21
7.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....	21
<b>8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ.....</b>	<b>22</b>
<b>9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>22</b>
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>24</b>
10.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	24
10.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА....	25
10.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ.....	25
10.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ.....	25
<b>11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>25</b>
11.1. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕЙ АТТЕСТАЦИИ.....	25
11.2. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ.....	29

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1. Целью освоения дисциплины являются** формирование необходимых компетенций для овладения базовыми знаниями и умениями по дисциплине «Проектирование, строительство и эксплуатация ВОЛС».

### **1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):**

- ознакомление с основами построения и эксплуатации современных ВОЛС;
- формирование представлений о структуре и основных компонентах ВОЛС;
- обеспечение приобретения навыков применения полученных знаний к решению прикладных задач.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Проектирование, строительство и эксплуатация ВОЛС» относится к вариативной части (обязательные дисциплины) Блока 1 (Б1.В.ОД.22), определяющий направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на дисциплинах: «Информатика», «Математика», «Общая теория связи», «Вычислительная техника и информационные технологии».

Дисциплина «Проектирование, строительство и эксплуатация ВОЛС» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Сети связи и системы коммутации», «Метрология в оптических телекоммуникационных системах», «Оптические направляющие среды».

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**3.1. Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование элементов следующей профессиональной компетенции в соответствии с ОПОП ВО по направлению 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»:**

ПКС-3. Способен проектировать и модернизировать отдельные устройства и блоки инфокоммуникационных систем;

ПКС-4. Способен составлять описания принципов действия и структуры проектируемых сетей, сооружений, оборудования, средств и услуг связи с обоснованием принятых технических решений;

ПКС-6. Способен проводить технические расчеты по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектируемых сетей, сооружений, оборудования, средств и услуг связи;

ПКС-10. Способен организовать систему контроля эксплуатационных характеристик элементов волоконно-оптических систем передачи информации, включая выбор кабеля, пассивного и активного сетевого оборудования

Формирование указанных компетенций размещено в таблице 1.

Таблица 1 – Формирование компетенций дисциплинами

Наименование дисциплин, формирующих компетенции совместно	Семестры формирования дисциплины							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>ПКС-3</b>								
Схемотехника телекоммуникационных устройств								
Оптоэлектронные и квантовые приборы и устройства								
Фотоника								
Сети связи и системы коммутации								
Проектирование, строительство и эксплуатация ВОЛС								
Антенны и устройства СВЧ								
Антенно-фидерные устройства								
<b>ПКС-4</b>								
Сети связи и системы коммутации								
Оптические направляющие среды								
Оптические цифровые телекоммуникационные системы								
Проектирование, строительство и эксплуатация ВОЛС								
Антенны и устройства СВЧ								
Антенно-фидерные устройства								
Электропитание устройств систем телекоммуникаций								
<b>ПКС-6</b>								
Проектирование, строительство и эксплуатация ВОЛС								
Антенны и устройства СВЧ								
Антенно-фидерные устройства								
<b>ПКС-10</b>								
Оптические направляющие среды								

Оптические цифровые телекоммуникационные системы								
Проектирование, строительство и эксплуатация ВОЛС								
Антенны и устройства СВЧ								
Антенно-фидерные устройства								
Метрология в оптических телекоммуникационных системах								

### 3.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения оп

Таблица 2 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПКС-3. Способен проектировать и модернизировать отдельные устройства и блоки инфокоммуникационных систем	Освоение дисциплины причастно к ТФ В/01.6 (ПС 06.007 «Инженер-проектировщик в области связи (телекоммуникаций)»), решает задачи изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта; разработки технических проектов для внедрения инновационного инфокоммуникационного оборудования.					
	ИПКС-3.1. Ориентируется в тенденциях развития современных устройств и блоков инфокоммуникационных систем.	<b>Знать:</b> - стандарты и принципы работы основных пассивных элементов ВОЛС; - номенклатуру оптических переключателей различного типа: механических; электрооптических; акустооптических; магнитооптических.	<b>Уметь:</b> - ориентироваться в современных тенденциях развития ВОЛС.	<b>Владеть:</b> - методами сбора необходимой информации о современных тенденциях развития ВОЛС.	Вопросы для устных (письменных) опросов	Вопросы для устного собеседования: билеты
	ИПКС-3.2. Проектирует и модернизирует отдельные устройства и блоки инфокоммуникационных систем.	<b>Знать:</b> - принципы проектирования, построения, эксплуатации и модернизации ВОЛС;	<b>Уметь:</b> - правильно подключать источники и приемники оптического излучения.	<b>Владеть:</b> - навыками соединения оптических волокон с использованием специализированного оборудования	Вопросы для устных (письменных) опросов	Вопросы для устного собеседования: билеты
	ИПКС-3.3. Оценивает характеристики спроектированных устройств и блоков инфокоммуникационных систем.	<b>Знать:</b> - основные характеристики функциональных узлов ВОЛС.	<b>Уметь:</b> - анализировать результаты расчета характеристик функциональных узлов ВОЛС.	<b>Владеть:</b> - методами оценки характеристик узлов и устройств ВОЛС; - методами измерения основных характеристик ВОЛС.	Вопросы для устных (письменных) опросов Комплект индивидуальных заданий для выполнения на практических и лабораторных занятиях	Вопросы для устного собеседования: билеты

ПКС-4. Способен составлять описания принципов действия и структуры проектируемых сетей, сооружений, оборудования, средств и услуг связи с обоснованием принятых технических решений	<i>Освоение дисциплины причастно к ТФ В/01.6 (ПС 06.007 «Инженер-проектировщик в области связи (телекоммуникаций)»), решает задачи сбора и анализа исходных данных для проектирования сооружений связи, интеллектуальных инфокоммуникационных сетей и их элементов; разработки технических проектов для внедрения инновационного инфокоммуникационного оборудования.</i>					
	ИПКС-4.1. Формулирует принципы действия проектируемых сетей, сооружений, оборудования и услуг связи.	<b>Знать:</b> - принцип действия функциональных узлов ВОЛС.	<b>Уметь:</b> - формулировать принципы действия проектируемых ВОЛС.	<b>Владеть:</b> - навыками проектирования ВОЛС	Вопросы для устных (письменных) опросов	Вопросы для устного собеседования: билеты
	ИПКС-4.2. Анализирует структуру проектируемых сетей, сооружений, оборудования и услуг связи.	<b>Знать:</b> - особенности структуры ВОЛС.	<b>Уметь:</b> - применять методы расчета основных характеристик элементов входящих в ВОЛС.	<b>Владеть:</b> - методами анализа проектируемых ВОЛС.	Комплект заданий для выполнения на практических занятиях, домашние задания	Вопросы для устного собеседования: билеты
	ИПКС-4.3. Обосновывает принятые технические решения при выборе той или иной структуры проектируемых сетей, сооружений, оборудования и услуг связи.	<b>Знать:</b> - как обосновать принятые технические решения при проектировании ВОЛС.	<b>Уметь:</b> - обосновывать выбор комплектующих элементов проектируемой ВОЛС.	<b>Владеть:</b> - навыками принятия технических решений при выборе той или иной структуры ВОЛС.	Комплект заданий для выполнения на практических занятиях, домашние задания	Вопросы для устного собеседования: билеты
ПКС-6. Способен проводить технические расчеты по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектируемых сетей, сооружений, оборудования, средств и услуг связи	<i>Освоение дисциплины причастно к ТФ В/01.6 (ПС 06.007 «Инженер-проектировщик в области связи (телекоммуникаций)»), решает задачи предварительного технико-экономического обоснования проектных расчетов.</i>					
	ИПКС-6.1. Собирает и анализирует информацию для формирования исходных данных для расчетов по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектируемых сетей, сооружений, оборудования, средств и услуг связи.	<b>Знать:</b> - исходные данные, которые используются при проектировании ВОЛС.	<b>Уметь:</b> - собирать и анализировать информацию, необходимую для построения ВОЛС.	<b>Владеть:</b> - методами расчетов по проектам разрабатываемых ВОЛС;	Комплект заданий для выполнения на практических занятиях, домашние задания	Вопросы для устного собеседования: билеты
	ИПКС-6.3. Проводит расчеты технико-	<b>Знать:</b> - методы функцио-	<b>Уметь:</b> - выполнять расче-	<b>Владеть:</b> - методами технико-	Комплект заданий для выполнения	Вопросы для устного собеседования



	экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектируемых сетей, сооружений, оборудования, средств и услуг связи.	нально-стоимостного анализа эффективности ВОЛС.	ты технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности ВОЛС.	экономического анализа и расчета эффективности проектируемых сетей ВОЛС.	на практических занятиях, домашние задания	ния: билеты
<p>ПКС-10. Способен организовать систему контроля эксплуатационных характеристик элементов волоконно-оптических систем передачи информации, включая выбор кабеля, пассивного и активного сетевого оборудования</p>	<p><i>Освоение дисциплины причастно к ТФ В/01.6 (ПС 06.007 «Инженер-проектировщик в области связи (телекоммуникаций)»), решает задачи сбора и анализа исходных данных для проектирования сооружений связи, интеллектуальных инфокоммуникационных сетей и их элементов; контроля соблюдения и обеспечения экологической безопасности.</i></p>					
	ИПКС-10.2. Анализирует способы и приемы наладки, настройки, регулировки и испытания оптического оборудования, тестирования, настройки и обслуживания аппаратно-программных средств.	<b>Знать:</b> - способы наладки, настройки, регулировки оптических узлов ВОЛС.	<b>Уметь:</b> - использовать программное обеспечение оборудования, используемого для наладки, настройки, регулировки оптических узлов ВОЛС.	<b>Владеть:</b> - методами настройки и регулировки оптических узлов ВОЛС.	Комплект заданий для выполнения на практических занятиях, домашние задания	Вопросы для устного собеседования: билеты
	ИПКС-10.3. Организует и осуществляет проверку технического состояния и ресурса оптического оборудования.	<b>Знать:</b> - современные методы обслуживания и ремонта оптического оборудования ВОЛС.	<b>Уметь:</b> - осуществлять проверку технического состояния и ресурса оптического оборудования.	<b>Владеть:</b> - методами проверки технического состояния и ресурса оптического оборудования.	Комплект заданий для выполнения на практических занятиях, домашние задания	Вопросы для устного собеседования: билеты
	ИПКС-10.4. Применяет современные методы обслуживания и ремонта оптического оборудования.	<b>Знать:</b> - методы обслуживания и ремонта оборудования ВОЛС.	<b>Уметь:</b> - обслуживать оборудование ВОЛС.	<b>Владеть:</b> - методами обнаружения обрыва оптического волокна и устранения разрыва с использованием автоматического сварочного аппарата с методом центрирования – PAS.	Комплект заданий для выполнения на практических занятиях, домашние задания	Вопросы для устного собеседования: билеты

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. 144 часов, распределение часов по видам работ и семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам
		7 сем
<b>Формат изучения дисциплины</b>	очная	
<b>Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
<b>1.1.Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>68</b>	<b>68</b>
занятия лекционного типа (Л)	17	17
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)	34	34
лабораторные работы (ЛР)	-	-
<b>1.2.Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
курсовая работа (КР) (консультация, защита)	-	-
текущий контроль, консультации по дисциплине	2	2
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	2	2
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
курсовая работа (КР) (подготовка)	-	-
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям)	72	72
Подготовка к экзамену (контроль)		

## 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 – Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы до- стижения компе- тенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
3 СЕМЕСТР								
ПКС-3. ИПКС-3.1. ИПКС-3.2. ИПКС-3.3.  ПКС-4. ИПКС-4.1. ИПКС-4.2. ИПКС-4.3.  ПКС-6. ИПКС-6.1. ИПКС-6.3.  ПКС-10. ИПКС-10.2. ИПКС-10.3. ИПКС-10.4.	Раздел 1 Основные элементы и характеристики ВОЛС							
	Тема 1.1 Виды и основные ха- рактеристики ВОЛС.	1,0			3,0			
	Тема 1.2. Волоконно- оптические кабели	1,0			4,0			
	Практическое занятие 1. Во- локонно-оптические кабели.			3,0		Подготовка к ПЗ, выполнение домашнего за- дания [6.1.1], [6.1.2], [6.2.2], [6.3.3]	Дискуссия (обсуждение результатов, получен- ных в результате вы- полнения лабораторной работы ).	
	Практическое занятие 2. Ос- новные элементы волоконно- оптического кабеля			4,0		Подготовка к ПЗ, выполнение домашнего за- дания [6.1.1], [6.1.2], [6.2.2], [6.3.3]	Дискуссия (обсуждение результатов, получен- ных в результате вы- полнения лабораторной работы ).	
	Тема 1.3. Характеристики оп- тического волокна	2,0			4,0			
	Практическое занятие 3. Ха- рактеристики оптического			3,0				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы до- стижения компе- тенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
	ВОЛОКНА							
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:				11,0			
	Итого по 1 разделу	4,0	-	10,0	11,0			
ПКС-3. ИПКС-3.1. ИПКС-3.2. ИПКС-3.3.  ПКС-4. ИПКС-4.1. ИПКС-4.2. ИПКС-4.3.  ПКС-6. ИПКС-6.1. ИПКС-6.3.  ПКС-10. ИПКС-10.2. ИПКС-10.3. ИПКС-10.4.	Раздел 2. Распределительные устройства							
	Тема 2.1. Виды терминирования	0,5			1,0			
	Практическое занятие 4. Виды терминирования			2,0		Подготовка к ПЗ, выполнение домашнего задания [6.1.1], [6.1.2], [6.2.2], [6.3.3]		
	Тема 2.2. Оптические распределительные коробки.	0,5			2,0			
	Практическое занятие 5. Особенности оптических распределительных коробок..			2,0		Подготовка к ПЗ, выполнение домашнего задания [6.1.1], [6.1.2], [6.2.2], [6.3.3]		
	Тема 2.3. Оптические распределительные панели.	0,5			2,0			
	Практическое занятие 6. Особенности оптических распределительных панелей.			2,0		Подготовка к ПЗ, выполнение домашнего задания [6.1.1], [6.1.2], [6.2.2], [6.3.3]		
	Тема 2.4. Оптические распределительные шкафы.	0,5			1,0			
	Практическое занятие 7.			2,0				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы до- стижения компе- тенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
	Особенности оптических рас- пределительных шкафов.							
	Тема 2.5. Кроссовые устрой- ства.	1,0			1,0			
	Практическое занятие 8. Особенности оптических крос- совых устройств.			3,0				
	Самостоятельная работа по освоению 2 раздела:				7,0			
	Итого по 2 разделу	3,0	-	11,0	7,0			
	Раздел 3. Оптические пассивные устройства							
ПКС-3. ИПКС-3.1. ИПКС-3.2. ИПКС-3.3.  ПКС-4. ИПКС-4.1. ИПКС-4.2. ИПКС-4.3.  ПКС-6. ИПКС-6.1. ИПКС-6.3.  ПКС-10. ИПКС-10.2. ИПКС-10.3. ИПКС-10.4.	Тема 3.1. Вносимые потери в соединениях	1,0			4,0			
	Практическое занятие 9. Вносимые потери в соединени- ях.			4,0		Подготовка к ПЗ, выполнение домашнего за- дания [6.1.1], [6.1.2], [6.2.2], [6.3.3]	Дискуссия, «мозговой штурм».	
	Тема 3.2. Конструкция и основ- ные стандарты разъемных опти- ческих соединителей.	1,0			4,0			
	Тема 3.3. Особенности кон- струкций неразъемных оптиче- ских соединителей.	1,0			2,0			
	Практическое занятие 10. Особенности конструкций не- разъемных оптических соедини- телей.			5,0				
	Тема 3.4. Способы автоматиче-	1,0			2,0			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы до- стижения компе- тенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
	ского центрирования							
	Практическое занятие 11. Способы автоматического цен- трирования			5,0				
	Тема 3.5. Оптические муфты	1,0			2,0			
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:				14,0			
	Итого по 3 разделу	5,0	-	14,0	14,0			
ПКС-3. ИПКС-3.1. ИПКС-3.2. ИПКС-3.3.  ПКС-4. ИПКС-4.1. ИПКС-4.2. ИПКС-4.3.  ПКС-6. ИПКС-6.1. ИПКС-6.3.  ПКС-10. ИПКС-10.2. ИПКС-10.3. ИПКС-10.4.	Раздел 4. Измерение характеристик волоконно-оптического кабеля							
	Тема 4.1. Комплекс мероприя- тий по тестированию волокон- но-оптического кабеля	1,0			5,0			
	Тема 4.2. Измерение затухания	1,0			5,0			
	Практическое занятие 12. Из- мерение затухания			8,0				
	Тема 4.3. Измерение полосы пропускания и дисперсии	0,5			5,0			
	Тема 4.4. Измерение числовой апертуры и профиля показателя преломления волокна	0,5			5,0			
	Самостоятельная работа по освоению 4 раздела:				20,0			
	Итого по 4 разделу	3,0		8,0	20,0			
	Раздел 5. Измерения при строительстве и технической эксплуатации ВОЛС							
	Тема 5.1. Измерения в процессе строительства ВОЛС	1,0			10,0			
	Тема 5.2. Измерения при экс-	1,0			10,0			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы до- стижения компе- тенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
	плуатации ВОЛС							
	Практическое занятие 13. Из- мерение полосы пропускания и дисперсии оптических волокон			8,0				
	Самостоятельная работа по освоению 5 раздела:				20,0			
	Итого по 5 разделу	2,0		8,0	20,0			
	ИТОГО по дисциплине	17,0	-	51,0	72,0			

## 5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

Для осуществления текущего контроля знаний обучающихся используются комплекты индивидуальных заданий, домашних заданий, контрольных вопросов.

Также сформирован перечень вопросов и заданий, выносимых на промежуточную аттестацию в форме зачета с оценкой в 7 семестре.

Указанный комплект оценочных средств является неотъемлемой частью фонда оценочных средств и хранится на кафедре «Физика и техника оптической связи».

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания при текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения лабораторных работ приведено в таблице 5.

Таблица 5 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания при текущем контроле (контрольные недели)

<b>Шкала оценивания</b>	<b>7 семестр</b>	<b>Зачет с оценкой</b>
$40 < R \leq 50$	Отлично	сдан
$30 < R \leq 40$	Хорошо	
$20 < R \leq 30$	Удовлетворительно	
$0 < R \leq 20$	Неудовлетворительно	не сдан

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по четырех-балльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».



Таблица 6 - Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПКС-3. Способен проектировать и модернизировать отдельные устройства и блоки инфокоммуникационных систем	ИПКС-3.1. Ориентируется в тенденциях развития современных устройств и блоков инфокоммуникационных систем.	Не знает: стандарты и принципы работы основных пассивных элементов ВОЛС; номенклатуру оптических переключателей различного типа: механических; электрооптических; акустооптических; магнитооптических.	Плохо знает: стандарты и принципы работы основных пассивных элементов ВОЛС; номенклатуру оптических переключателей различного типа: механических; электрооптических; акустооптических; магнитооптических	Знает: стандарты и принципы работы основных пассивных элементов ВОЛС; номенклатуру оптических переключателей различного типа: механических; электрооптических; акустооптических; магнитооптических	Знает: стандарты и принципы работы основных пассивных элементов ВОЛС; номенклатуру оптических переключателей различного типа: механических; электрооптических; акустооптических; магнитооптических. методы автоматического центрирования, используемые в сварочных аппаратах для соединения оптических волокон; методы сбора необходимой информации о современных тенденциях развития
	ИПКС-3.2. Проектирует и модернизирует отдельные устройства и блоки инфокоммуникационных систем.	Не знает: принципы проектирования, построения, эксплуатации и модернизации ВОЛС	Плохо знает: принципы проектирования, построения, эксплуатации и модернизации ВОЛС	Знает: принципы проектирования, построения, эксплуатации и модернизации ВОЛС; методы соединения оптических волокон с использованием специализированного оборудования	Отлично знает: принципы проектирования, построения, эксплуатации и модернизации ВОЛС; методы соединения оптических волокон с использованием специализированного оборудования; правильно подключать источники и приемники оптического излучения
	ИПКС-3.3. Оценивает характеристики спроектированных устройств и блоков	Не знает: основные характеристики функциональных узлов ВОЛС	Плохо знает: основные характеристики функциональных узлов ВОЛС	Знает: основные характеристики функциональных узлов ВОЛС; методы	Знает: основные характеристики функциональных узлов ВОЛС; методы оценки

	инфокоммуникационных систем.			оценки характеристик узлов и устройств ВОЛС;	характеристик узлов и устройств ВОЛС; методы измерения основных характеристик ВОЛС
ПКС-4. Способен составлять описания принципов действия и структуры проектируемых сетей, сооружений, оборудования, средств и услуг связи с обоснованием принятых технических решений	ИПКС-4.1. Формулирует принципы действия проектируемых сетей, сооружений, оборудования и услуг связи.	Не знает: принцип действия функциональных узлов ВОЛС.	Плохо знает: принцип действия функциональных узлов ВОЛС.	Знает: принцип действия функциональных узлов ВОЛС; методы проектирования ВОЛС.	Знает: принцип действия функциональных узлов ВОЛС; методы проектирования ВОЛС.
	ИПКС-4.2. Анализирует структуры проектируемых сетей, сооружений, оборудования и услуг связи.	Не знает: особенности структуры ВОЛС.	Плохо знает: особенности структуры ВОЛС.	Знает: особенности структуры ВОЛС; методы расчета основных характеристик элементов входящих в ВОЛС.	Знает: особенности структуры ВОЛС; методы расчета основных характеристик элементов входящих в ВОЛС.
	ИПКС-4.3. Обосновывает принятые технические решения при выборе той или иной структуры проектируемых сетей, сооружений, оборудования и услуг связи.	Не знает: как обосновать принятые технические решения при проектировании ВОЛС.	Плохо знает: как обосновать принятые технические решения при проектировании ВОЛС.	Знает: как обосновать принятые технические решения при проектировании ВОЛС; технические решения при выборе той или иной структуры ВОЛС.	Знает: как обосновать принятые технические решения при проектировании ВОЛС; технические решения при выборе той или иной структуры ВОЛС.
ПКС-6. Способен проводить технические расчеты по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектируемых сетей, сооружений, оборудования, средств и услуг связи	ИПКС-6.1. Собирает и анализирует информацию для формирования исходных данных для расчетов по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектируемых сетей, сооружений, оборудования, средств и услуг связи.	Не знает: исходные данные, которые используются при проектировании ВОЛС.	Плохо знает: исходные данные, которые используются при проектировании ВОЛС.	Знает: исходные данные, которые используются при проектировании ВОЛС; методы сбора и анализа информации, необходимой для построения ВОЛС	Знает: исходные данные, которые используются при проектировании ВОЛС; методы сбора и анализа информации, необходимой для построения ВОЛС
	ИПКС-6.3. Проводит расчеты технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектируемых сетей, сооружений, оборудования, средств и	Не знает: методы функционально-стоимостного анализа эффективности ВОЛС.	Плохо знает: методы функционально-стоимостного анализа эффективности ВОЛС.	Знает: методы функционально-стоимостного анализа эффективности ВОЛС.	Знает: методы функционально-стоимостного анализа эффективности ВОЛС.

	услуг связи.				
ПКС-10. Способен организовать систему контроля эксплуатационных характеристик элементов волоконно-оптических систем передачи информации, включая выбор кабеля, пассивного и активного сетевого оборудования	ИПКС-10.2. Анализирует способы и приемы наладки, настройки, регулировки и испытания оптического оборудования, тестирования, настройки и обслуживания аппаратно-программных средств.	Не знает: способы наладки, настройки, регулировки оптических узлов ВОЛС.	Плохо знает: способы наладки, настройки, регулировки оптических узлов ВОЛС.	Знает: способы наладки, настройки, регулировки оптических узлов ВОЛС.	Знает: способы наладки, настройки, регулировки оптических узлов ВОЛС; методы настройки и регулировки оптических узлов ВОЛС
	ИПКС-10.3. Организует и осуществляет проверку технического состояния и ресурса оптического оборудования.	Не знает: современные методы обслуживания и ремонта оптического оборудования.	Плохо знает: современные методы обслуживания и ремонта оптического оборудования.	Знает: современные методы обслуживания и ремонта оптического оборудования.	Знает: современные методы обслуживания и ремонта оптического оборудования; методы проверки технического состояния и ресурса оптического оборудования
	ИПКС-10.4. Применяет современные методы обслуживания и ремонта оптического оборудования.	Не знает: методы обслуживания и ремонта оборудования ВОЛС.	Плохо знает: методы обслуживания и ремонта оборудования ВОЛС.	Знает: методы обслуживания и ремонта оборудования ВОЛС.	Знает: методы обслуживания и ремонта оборудования ВОЛС; методы обнаружения обрыва оптического волокна и устранения разрыва с использованием автоматического сварочного аппарата.

Таблица 7 – Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку <b>«отлично»</b> заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку <b>«хорошо»</b> заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку <b>«удовлетворительно»</b> заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку <b>«неудовлетворительно»</b> заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль).

- 6.1.1 Гордиенко В.Н. Оптические телекоммуникационные системы М.: Горячая линия-Телеком, 2011 Учебник для высших учебных заведений.
- 6.1.2. Принципы построения первичных сетей и оптические кабельные линии связи М.: Горячая линия-Телеком, 2012 Учеб.пособие, УМО по образованию в обл.телекоммуникаций.
- 6.1.3. Гурьянов А.Н. Физические и физико-химические основы получения волоконных световодов ННГУ им.Н.И.Лобачевского. - Н.Новгород : [Б.и.], 2011 Учеб.пособие

### 6.2. Справочно-библиографическая литература

- 6.2.1. Убайдуллаев Р.Р. Волоконно-оптические сети М.: Эко-Трендз 2000. – 267с..
- 6.2.2. Электронный ресурс Специальные системы (фотоника): <https://sphotonics.ru/>

### 6.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические указания и рекомендации по проведению конкретных видов учебных занятий по дисциплине «Проектирование, строительство и эксплуатация ВОЛС» находятся на кафедре «ФТОС».

6.3.1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы по дисциплине «Проектирование, строительство и эксплуатация ВОЛС».

6.3.2. Методические рекомендации по организации и планированию практических занятий по дисциплине «Проектирование, строительство и эксплуатация ВОЛС».

6.3.3. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы по дисциплине «Проектирование, строительство и эксплуатация ВОЛС».

## 7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

### 7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.
3. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
4. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.
5. Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.
6. Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.
7. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.

### 7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 8 – Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	Консультант студента	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
2	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
3	Юрайт	<a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>

В таблице 9 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Таблица 9 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОС-СТАНДАРТ	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts</a>

2	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	<a href="https://cyberpedia.su/21x47c0.html">https://cyberpedia.su/21x47c0.html</a>
---	---	---

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к лицам с ограниченными возможностями их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 10 – Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Для контактной и самостоятельной работы обучающихся выделены помещения, оснащённые компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации:

### 1. Лекционные занятия проводятся в ауд. 1218:

- 11 рабочих мест, оборудованных компьютерами:

5 компьютеров: PC Intel Core i5-2320 CPU 3,4 GHz / 3Gb RAM/HDD 300Gb/DVD-ROM и мониторами Acer V198 19”.

6 компьютеров: PC Intel Core 2 CPU E7200 2,54 GHz / 2Gb RAM/HDD 300Gb/DVD-ROM и мониторами Benq G900 AD 19”

Все компьютеры объединены в локальную сеть и подключены к сети «Интернет».

- комплект электронных презентаций/слайдов;
- наглядные пособия
- проектор

### 2. Практические занятия проводятся в ауд. 1218:

- 11 рабочих мест, оборудованных компьютерами:

5 компьютеров: PC Intel Core i5-2320 CPU 3,4 GHz / 3Gb RAM/HDD 300Gb/DVD-ROM и мониторами Acer V198 19”.

6 компьютеров: PC Intel Core 2 CPU E7200 2,54 GHz / 2Gb RAM/HDD 300Gb/DVD-ROM и мониторами Benq G900 AD 19”

Все компьютеры объединены в локальную сеть и подключены к сети «Интернет».

- комплект электронных презентаций/слайдов;
- наглядные пособия
- проектор
  - пакеты ПО общего назначения:
    - Windows 7;
    - Visual Studio 2010;
    - Adobe Reader 11;
    - Open Office 2.3 (Calc, Draw, Writer, Math)
    - Adobe Flash Player 10;
    - Dr.web.

### 3. Текущий и промежуточный контроль осуществляется в ауд. 1218:

- 11 рабочих мест, оборудованных компьютерами:
 

5 компьютеров: PC Intel Core i5-2320 CPU 3,4 GHz / 3Gb RAM/HDD 300Gb/DVD-ROM и мониторами Acer V198 19”.

6 компьютеров: PC Intel Core 2 CPU E7200 2,54 GHz / 2Gb RAM/HDD 300Gb/DVD-ROM и мониторами Benq G900 AD 19”

Все компьютеры объединены в локальную сеть и подключены к сети «Интернет».

  - пакеты ПО общего назначения:
    - Windows 7;
    - Visual Studio 2010;
    - Adobe Reader 11;
    - Open Office 2.3 (Calc, Draw, Writer, Math)
    - Adobe Flash Player 10;
    - Dr.web.

### 4. Самостоятельная работа студентов осуществляется в ауд. 1218:

- 11 рабочих мест, оборудованных компьютерами:
 

5 компьютеров: PC Intel Core i5-2320 CPU 3,4 GHz / 3Gb RAM/HDD 300Gb/DVD-ROM и мониторами Acer V198 19”.

6 компьютеров: PC Intel Core 2 CPU E7200 2,54 GHz / 2Gb RAM/HDD 300Gb/DVD-ROM и мониторами Benq G900 AD 19”

Все компьютеры объединены в локальную сеть и подключены к сети «Интернет».

  - пакеты ПО общего назначения:
    - Windows 7;
    - Visual Studio 2010;
    - Adobe Reader 11;
    - Open Office 2.3 (Calc, Draw, Writer, Math)
    - Adobe Flash Player 10;
    - Dr.web.

Рабочее место преподавателя, оснащено компьютером с доступом в Интернет.

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная.

При преподавании дисциплины «Проектирование, строительство и эксплуатация ВОЛС», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Для студентов создан краткий опорный электронный вариант лекционного материала курса. Электронный конспект находится на кафедре «ФТОС» и может быть получен студентом в случае пропусков занятий по уважительным причинам или вынужденного перевода занятий в дистанционную форму.

На лекциях и практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, Skype, Zoom.

Иницируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенций применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачёта с учетом текущей успеваемости.

**Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается несформированным**, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, ка-



чество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

#### **10.2. Методические указания для занятий лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям и выполнению заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

#### **10.3. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях**

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, решение задач и выполнение индивидуальных практических заданий в компьютерном классе.

Практические занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков решения задач;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

#### **10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

Развернутые методические указания по всем видам работы студента находятся на кафедре «ФТОС».

### **11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **11.1 Оценочные материалы для текущей аттестации**

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая

- опрос (коллоквиум) по теме практического занятия;
- защита отчетов по выполненным индивидуальным практическим заданиям;
- проверка выполнения домашних заданий.

## 1. Задания к практическим занятиям:

### Раздел 1. «Определение характеристик оптического волокна»

1. Для волоконного световода с параметрами: радиус сердцевины  $a=25$  мкм,  $n_1=1.47$ ,  $n_2=1.46$  на длине волны  $\lambda=1.3$  мкм рассчитать числовую апертуру и число мод.
2. Для волоконного световода с параметрами: радиус сердцевины  $a=50$  мкм,  $n_1=1.517$ ,  $n_2=1.52$  на длине волны  $\lambda=1.3$  мкм рассчитать числовую апертуру и число мод.
3. Рассчитать при каком диаметре сердцевины волоконного световода обеспечивается одномодовый режим если критическая нормированная частота второй моды  $V=2.405$ . Параметры волоконного световода:  $n_1=1.458$ ,  $n_2=1.452$ ,  $\lambda=1.3$  мкм.
4. Рассчитать при каком диаметре сердцевины волоконного световода обеспечивается одномодовый режим если критическая нормированная частота второй моды  $V=2.405$ . Параметры волоконного световода:  $n_1=1.46$ ,  $n_2=1.47$ ,  $\lambda=1.55$  мкм.
- 5.

### Раздел 2. «Характеристики разъемного оптического соединителя»

6. Рассчитать потери в аттенуаторе, построенном на многомодовом градиентном волокне с разрывом тракта, если расстояние между торцами световода  $z=2$  мкм, диаметр сердцевины 62,5 мкм,  $n_1=1.458$ ,  $n_2=1.452$ .
7. Рассчитать потери в аттенуаторе, построенном на многомодовом градиентном волокне с разрывом тракта, если угловое рассогласование  $\Theta=0,005\pi$ , диаметр сердцевины 50 мкм,  $n_1=1.458$ ,  $n_2=1.452$ .

### Раздел 3 «Расчет характеристик оптического кабеля».

8. Определить длину регенерационного участка линии связи состоящей из двух неразъемных соединений (потери в каждом 0,05 дБ), двух разъемных (потери в каждом не более 0,5 дБ), энергетический потенциал аппаратуры 30 дБ, коэффициент затухания участка регенерации 0,5 дБ/км, увеличение потерь в тракте в результате старения <3,5 дБ, влиянием температуры и других внешних факторов пренебречь.
9. Определить время задержки в волоконном световоде если показатель преломления сердцевины  $n_1=1.48$ , показатель преломления оболочки  $n_2=1.44$  длина волокна 1500 м.
10. Определить время задержки в волоконном световоде если показатель преломления сердцевины  $n_1=1.46$ , показатель преломления оболочки  $n_2=1.45$  длина волокна 500 м.
11. Определить суммарные потери, связанные с поглощением в материале волокна и инфракрасным поглощением на длине волны 1.5 мкм. Волоконный световод имеет следующие характеристики:  $n_1=1.47$ ,  $k=0.75 \cdot 10^{-6}$  м,  $C=0.9$ ,  $\text{tg}\delta=10$ .

12. Рассчитать составляющую коэффициента затухания оптического волокна (дБ/км) за счет релеевского рассеяния. Параметры оптического волокна: показатель преломления сердцевины  $n_1=1.47$ , постоянная Больцмана  $k=1.38 \cdot 10^{-23}$  Дж/К, температура затвердевания стекла  $T=1500$  К, коэффициент сжимаемости  $\beta=8.1 \cdot 10^{-11}$  м<sup>2</sup>/Н.
13. Рассчитать потери на макроизгибе градиентного многомодового волокна ( $q=2$ ), диаметром 50 мкм,  $n_1=1.515$ ,  $n_2=1.5$  на длине волны  $\lambda=1.3$  мкм, радиус изгиба 15 см.
14. Определить межмодовую дисперсию для многомодового градиентного волокна с параболическим профилем показателя преломления если  $n_1=1.50$ ,  $n_2=1.49$  длина межмодовой связи 10 км.

1. В течение курса проводятся три рубежных контроля. Рубежный контроль проводится в виде письменного или устного опроса.

#### **Вопросы первого рубежного контроля:**

- Преимущества волоконно-оптических сетей
- Топологии оптических сетей;
- Варианты стратегий построения оптических сетей широкополосного доступа.
- Классификация оптических кабелей для внешней прокладки;
- Классификация оптических кабелей для внутренней прокладки
- Основные элементы оптических кабелей;
- Основные характеристики оптических кабелей.
- Классификация оптических волокон;
- Диапазоны кварцевых оптических волокон;
- Потери в оптическом волокне;
- Виды дисперсии оптических волокон.

#### **Вопросы второго рубежного контроля:**

- Непосредственное терминирование;
- Терминирование через сварку с помощью pig-tail;
- Терминирование через сварку с использованием станционных оптических кабелей;
- Применение оптических распределительных коробок;
- Конструктивные особенности распределительных коробок;
- Характеристики оптических распределительных коробок.
- Применение оптических распределительных панелей;
- Конструктивные особенности распределительных панелей;
- Характеристики оптических распределительных панелей.
- Распределительные панели с притерминированием
- Применение оптических распределительных шкафов;
- Конструктивные особенности распределительных шкафов;
- Характеристики оптических распределительных шкафов.
- Интерконнект и кросс-коннект;
- Основные характеристики кроссовых устройств;
- Принципы построения оптических кроссовых устройств;

### Вопросы третьего рубежного контроля:

- Методы измерения числовой апертуры;
- Методы измерения профиля показателя преломления;
- Входной контроль на строительных длинах;
- Измерения в процессе прокладки волоконно-оптического кабеля;
- Измерения в процессе монтажа волоконно-оптического кабеля;
- Измерение характеристик регенерационного участка ВОЛС;
- Приемо-сдаточные измерения
- Классификация измерений
- Определение расстояния до места повреждения оптического волокна;
- Поиск трассы прокладки оптических кабелей;
- Системы автоматического мониторинга ВОЛС;

### Примеры домашних заданий

1. Определить длину регенерационного участка линии связи состоящей из двух неразъемных соединений (потери в каждом 0,05 дБ), двух разъемных (потери в каждом не более 0,5 дБ), энергетический потенциал аппаратуры 30 дБ, коэффициент затухания участка регенерации 0,5 дБ/км, увеличение потерь в тракте в результате старения <3,5 дБ, влиянием температуры и других внешних факторов пренебречь.
2. Определить время задержки в волоконном световоде если показатель преломления сердцевины  $n_1=1.48$ , показатель преломления оболочки  $n_2=1.44$  длина волокна 1500 м.
3. Определить время задержки в волоконном световоде если показатель преломления сердцевины  $n_1=1.46$ , показатель преломления оболочки  $n_2=1.45$  длина волокна 500 м.
4. Определить суммарные потери, связанные с поглощением в материале волокна и инфракрасным поглощением на длине волны 1.5 мкм. Волоконный световод имеет следующие характеристики:  $n_1=1.47$ ,  $k=0.75 \cdot 10^{-6}$  м,  $C=0.9$ ,  $\text{tg}\delta=10$ .
5. Рассчитать составляющую коэффициента затухания оптического волокна (дБ/км) за счет релеевского рассеяния. Параметры оптического волокна: показатель преломления сердцевины  $n_1=1.47$ , постоянная Больцмана  $k=1.38 \cdot 10^{-23}$  Дж/К, температура затвердевания стекла  $T=1500$  К, коэффициент сжимаемости  $\beta=8.1 \cdot 10^{-11}$  м<sup>2</sup>/Н.
6. Рассчитать потери на макроизгибе градиентного многомодового волокна ( $q=2$ ), диаметром 50 мкм,  $n_1=1.515$ ,  $n_2=1.5$  на длине волны  $\lambda=1.3$  мкм, радиус изгиба 15 см.
7. Определить межмодовую дисперсию для многомодового градиентного волокна с параболическим профилем показателя преломления если  $n_1=1.50$ ,  $n_2=1.49$  длина межмодовой связи 10 км.

## 11.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине: зачет с оценкой.

Перечень вопросов и заданий для подготовки к зачету с оценкой:

- 1) Преимущества волоконно-оптических сетей
- 2) Топологии оптических сетей;
- 3) Варианты стратегий построения оптических сетей широкополосного доступа.
- 4) Классификация оптических кабелей для внешней прокладки;
- 5) Классификация оптических кабелей для внутренней прокладки
- 6) Основные элементы оптических кабелей;
- 7) Основные характеристики оптических кабелей.
- 8) Классификация оптических волокон;
- 9) Диапазоны кварцевых оптических волокон;
- 10) Потери в оптическом волокне;
- 11) Виды дисперсии оптических волокон.
- 12) Непосредственное терминирование;
- 13) Терминирование через сварку с помощью pig-tail;
- 14) Терминирование через сварку с использованием станционных оптических кабелей;
- 15) Конструктивные особенности и характеристики распределительных коробок;
- 16) Конструктивные особенности и характеристики распределительных панелей;
- 17) Распределительные панели с притерминированием
- 18) Конструктивные особенности и характеристики распределительных шкафов;
- 19) Интерконнект и кросс-коннект;
- 20) Основные характеристики и принципы построения оптических кроссовых устройств;
- 21) Внутренние потери на соединителях;
- 22) Внешние потери на соединителях;
- 23) Виды физических контактов;
- 24) Конструктивные особенности и характеристики разъемных соединителей;
- 25) Номенклатура стандартов разъемных соединителей.
- 26) Конструктивные особенности неразъемных соединителей;
- 27) Параметры волоконных световодов влияющие на качество сварки
- 28) Характеристики и виды сварочных аппаратов;
- 29) Метод автоматического центрирования по внешнему диаметру оболочки;
- 30) Метод автоматического центрирования LID;
- 31) Метод автоматического центрирования PAS.
- 32) Конструктивные особенности и характеристики оптических муфт;
- 33) Механические соединения.
- 34) Основные измеряемые параметры волоконно-оптического кабеля;
- 35) Виды тестирования волоконно-оптического кабеля;
- 36) Измерение затухания методом обрыва;
- 37) Измерение вносимого затухания;
- 38) Метод обратного рассеяния;
- 39) Частотный метод измерения полосы пропускания;
- 40) Импульсный метод измерения полосы пропускания;
- 41) Методы измерения хроматической дисперсии одномодовых кабелей;
- 42) Методы измерения числовой апертуры;

- 43) Методы измерения профиля показателя преломления;
- 44) Входной контроль на строительных длинах;
- 45) Измерения в процессе прокладки волоконно-оптического кабеля;
- 46) Измерения в процессе монтажа волоконно-оптического кабеля;
- 47) Измерение характеристик регенерационного участка ВОЛС;
- 48) Приемо-сдаточные измерения
- 49) Классификация измерений
- 50) Определение расстояния до места повреждения оптического волокна;
- 51) Поиск трассы прокладки оптических кабелей;
- 52) Системы автоматического мониторинга ВОЛС

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института ИЯЭиТФ

\_\_\_\_\_ Хробостов А.Е.

“\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины  
Б1.В.ОД.22 Проектирование, строительство и эксплуатация ВОЛС**

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Направленность: Оптические системы и сети связи

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2025

Курс 4

Семестр 7

а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 20\_\_ г. начала подготовки.

б) В рабочую программу вносятся следующие изменения (указать на какой год начала подготовки):

1) .....

2) .....

3) .....

Разработчик (и): Малахов В.А., д.т.н., доцент

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ФТОС

\_\_\_\_\_ протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

**Лист актуализации принят на хранение:**

Заведующий выпускающей кафедрой ФТОС \_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Методический отдел УМУ: \_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.