

**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.17 Оптические цифровые телекоммуникационные системы**  
**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 часа/4з.е.

Промежуточная аттестация: экзамен

Разработчик: Белов Ю.Г., д.т.н., профессор

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 учебных планах, принятых УМС НГТУ, протоколы от 11.05.2024 г. №16 и от 19.12.2024 г. №.6.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 12.03.2025 г. № 16  
Зав. кафедрой д.ф.-м.н., профессор, Раевский А.С. \_\_\_\_\_

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

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 11.03.02-О-38.  
Начальник МО \_\_\_\_\_.

Заведующая отделом комплектования НТБ

\_\_\_\_\_  
(подпись) Н.И. Кабанина

## Оглавление

ОГЛАВЛЕНИЕ .....	3
<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>9</b>
4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ.....	9
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ.....	10
<b>5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>15</b>
<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>18</b>
6.1. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА, ПЕЧАТНЫЕ ИЗДАНИЯ БИБЛИОТЕЧНОГО ФОНДА.....	18
6.2. СПРАВОЧНО-БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	18
6.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....	18
<b>7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>19</b>
7.1. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	20
7.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ .....	20
<b>8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ .....</b>	<b>20</b>
<b>9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>21</b>
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>21</b>
10.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	21
10.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА .....	22
10.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ .....	22
10.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ .....	23
<b>11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>22</b>
11.1 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ .....	23
11.2. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ.....	24

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**1.1. Целью освоения дисциплины** является формирование необходимых компетенций по обеспечению соответствия технических параметров оптических оборудования и каналов передачи установленным эксплуатационно-техническим нормам.

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

– **изучение общих принципов построения и функционирования аппаратуры цифровых волоконно-оптических систем передачи (ЦВОСП);**

– изучение принципов организации цифровых волоконно-оптических линейных трактов (ЦВОЛТ);

– овладение навыками расчета параметров каналов и трактов, организованных посредством ЦВОСП;

– овладение методами проектирования и технической эксплуатации ЦВОСП;

– ознакомление с российскими и международными стандартами в области телекоммуникаций и оптических цифровых телекоммуникационных систем.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Учебная дисциплина «Оптические цифровые телекоммуникационные системы» включена в перечень дисциплин вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Схемотехника телекоммуникационных устройств», «Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей», «Сети связи и системы коммутации», «Общая теория связи».

Дисциплина «Оптические цифровые телекоммуникационные системы» является предшествующей для изучения следующих дисциплин: «Электропитание устройств систем телекоммуникаций», «Передающие устройства СВЧ-диапазона», «Приемные устройства СВЧ-диапазона» и «Метрология в оптических телекоммуникационных системах» и основополагающей для выполнения ВКР.

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

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

ПКС-1 Способен осуществлять подготовку заданий на разработку проектных решений;

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

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 компетенцию совместно	Семестры формирования компетенций дисциплинами							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>ПКС-1</b>								
Оптические цифровые телекоммуникационные системы								
Метрология в оптических телекоммуникационных системах								
Преддипломная практика								
Выполнение и защита ВКР								
<b>ПКС-4</b>								
Сети связи и системы коммутации								
Электропитание устройств систем телекоммуникаций								
Оптические направляющие среды								
Оптические цифровые телекоммуникационные системы								
Проектирование, строительство и эксплуатация ВОЛС								
Антенны								
Техника СВЧ								
Технологическая (проектно-технологическая) практика								
Преддипломная практика								
Выполнение и защита ВКР								
<b>ПКС-10</b>								
Оптические направляющие среды								
Оптические цифровые телекоммуникационные системы								
Метрология в оптических телекоммуникационных системах								
Проектирование, строительство и эксплуатация ВОЛС.								
Антенны								
Техника СВЧ								
Преддипломная практика								
Выполнение и защита ВКР								

### 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 материалы (ОМ)	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПКС-1 Способен осуществлять подготовку заданий на разработку проектных решений	<i>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; сбора и анализа исходных данных для проектирования сооружений связи, интеллектуальных инфокоммуникационных сетей и их элементов; разработки технических проектов для внедрения инновационного инфокоммуникационного оборудования; разработки проектной и рабочей технической документации, оформления законченных проектно-конструкторских работ.</i>					
	ИПКС-1.1.Изучает научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике проекта.	<b>Знать:</b> -основные источники информации по ВОЛС (ИПКС-1.1); - отраслевые стандарты связи и рекомендации МСЭ-Т (ИПКС-1.2); -стандарты по оформлению проектной и технической документации для аппаратуры и систем оптических телекоммуникаций (ИПКС-1.3).	<b>Уметь:</b> - проводить поиск научно-технической информации для решения задач проектирования оптических линий связи (ИПКС-1.1); - пользоваться справочными данными при разработке проектной и рабочей технической документации (ИПКС-1.2); - разрабатывать и оформлять различную проектную и техническую документацию в области оптических технологий и систем связи (ИПКС-1.3).	<b>Владеть:</b> - навыками проведения расчетов наиболее важных параметров цифровых волоконно-оптических линейных трактов (ИПКС-1.1); -навыками оперативно-го сбора информации по тематике проекта (ИПКС-1.2); - навыками разработки и оформления проектной и технической документации с использованием современных информационных технологий (ИПКС-1.3).	Контрольные работы	Вопросы для устного собеседования: билеты
	ИПКС-1.2. Собирает и анализирует информацию для формирования исходных данных для проектирования ВОЛС.					
	ИПКС-1.3. Осуществляет подготовку заданий на разработку проектных решений					

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> - принципы функционирования основных узлов оконечной и линейной аппаратуры оптических цифровых телекоммуникационных систем передачи (ИПКС-4.1); - тенденции развития волоконно-оптических систем связи и передачи информации (ИПКС-4.2); - технологии мультиплексирования, используемые в цифровых телекоммуникационных системах передачи (ИПКС-4.3).	<b>Уметь:</b> - составлять электрические и оптические схемы проектируемых устройств (ИПКС-4.1); - пользоваться справочными характеристиками при проектировании сетей доступа и транспортных сетей ЕСЭ РФ (ИПКС-4.2); - применять схемы защиты в проектируемых транспортных сетях (ИПКС-4.3).	<b>Владеть:</b> - современной терминологией, используемой в отечественной и зарубежной литературе по волоконно-оптическим системам связи и передачи информации (ИПКС-4.1); - методами теоретических исследований с целью создания новых перспективных оптических линий связи и телекоммуникационных систем (ИПКС-4.2); - навыками проведения расчетов сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций с использованием стандартных методов и приемов (ИПКС-4.3).	Контрольные работы	Вопросы для устного собеседования: билеты
	ИПКС-4.2. Анализирует и сравнивает между собой структуры проектируемых сетей, сооружений, оборудования и услуг связи.					
	ИПКС-4.3. Обосновывает принятые технические решения при выборе той или иной структуры проектируемых сетей, сооружений, оборудования и услуг связи.					
ПКС-10 Способен организовать систему контроля эксплуатационных характеристик элементов волоконно-оптических систем передачи информации, включая выбор кабеля, пассивного	<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>					
	ИПКС-10.1. Составляет перечень эксплуатационных характеристик элементов волоконно-оптических систем передачи информации, подлежащих контролю.	<b>Знать:</b> - принципы работы основных узлов оконечной и линейной аппаратуры оптических цифровых телекоммуникационных систем	<b>Уметь:</b> - оценивать значение характеристик элементов волоконно-оптических систем для их функционирования (ИПКС-10.1);	<b>Владеть:</b> - способами оценки помехозащищенности трактов оптических цифровых телекоммуникационных систем (ИПКС-10.1);	Контрольные работы	Вопросы для устного собеседования: билеты

и активного сетевого оборудования	ИПКС-10.2. Анализирует способы контроля эксплуатационных характеристик элементов волоконно-оптических систем передачи информации.	(ИПКС-10.1); - основные причины нарушения функционирования аппаратуры оптических цифровых телекоммуникационных систем (ИПКС-10.2); - возможности и характеристики измерительного оборудования (ИПКС-10.3).	- выбирать способы контроля эксплуатационных характеристик элементов волоконно-оптических систем применительно к конкретной аппаратуре (ИПКС-10.2); - организовать работу подчиненных при проверке технического состояния телекоммуникационного оборудования (ИПКС-10.3).	- методом глаз-диаграммы оценки межсимвольных помех в цифровых трактах (ИПКС-10.2); - навыками безопасной работы с техническим оборудованием (ИПКС-10.3).		
	ИПКС-10.3. Организует проверку технического состояния и ресурса телекоммуникационного оборудования.					



#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

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

Таблица 3 – Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоемкость, час	
	Всего час	В т.ч. в 7сем
Формат изучения дисциплины	очный	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	144	144
1. Контактная работа:	57	57
1.1.Аудиторная работа, в том числе:	51	51
занятия лекционного типа (Л)	17	17
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)	34	34
лабораторные работы (ЛР)	-	-
1.2.Внеаудиторная, в том числе	6	6
курсовая работа (КР) (консультация, защита)	-	-
текущий контроль, консультации по дисциплине	6	6
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)		
2. Самостоятельная работа (СРС)	42	42
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)	42	42
Подготовка к экзамену (контроль)	45	45

## 4.2.Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 – Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	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				
ПКС-1 ИПКС-1.1 ИПКС-1.2 ИПКС-1.3 ПКС-4 ИПКС-4.1 ИПКС-4.2 ИПКС-4.3	Раздел 1. Многоканальные системы передачи (МСП) с временным разделением каналов (ВРК)							
	Тема 1.1.Принципы построения МСП с временным разделением сигналов. Методы формирования канальных сигналов.	2,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Практическое занятие 1. Расчет характеристик сигналов передачи данных			2,0	2,0	Подготовка к ПЗ [6.1.1]	Дискуссия (обсуждение решения задач, выполненных студентом у доски);«мозговой штурм».	
	Практическое занятие 2. Расчет спектра сигнала с амплитудно- импульсной модуляцией			2,0	2,0	Подготовка к ПЗ [6.1.1]	Дискуссия (обсуждение решения задач, выполненных студентом у доски);«мозговой штурм».	
	Тема 1.2. Переходные помехи в МСП с ВРК.							
	Практическое занятие 3. Расчет защищенности от переходных помех МСП с ВРК.			2,0	2,0	Подготовка к ПЗ [6.1.1]	Дискуссия (обсуждение решения задач, выполненных студентом у доски); «мозговой	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	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				
							штурм».	
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:				7,0			
	контрольная работа			2,0	2,0	Подготовка к КР [6.1.1]	Обсуждение результатов контрольной работы	
	Итого по 1 разделу	2,0		8,0	9,0			
	Раздел 2. Цифровые системы передачи (ЦСП).							
	Тема 2.1.Принципы построения цифровых систем передачи. Квантование сигналов по уровню.Кодирование квантованных сигналов.	2,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Практическое занятие 4. Шумы при равномерном квантовании. Расчет защищенности от шумов квантования			2,0	2,0	Подготовка к ПЗ [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]	Дискуссия (обсуждение решения задач, выполненных студентом у доски);«мозговой штурм».	
Практическое занятие 5. Неравномерное квантование. Расчет эффективности А-закона квантования.			2,0	2,0	Подготовка к ПЗ[6.1.2], [6.1.3] [6.1.1],	Дискуссия (обсуждение решения задач, выполненных студентом у доски);«мозговой штурм».		
Тема 2.2.Структурная схема цифровой системы передачи. Синхронизация в ЦСП.	2,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.		
Практическое занятие 6.			2,0	2,0	Подготовка к ПЗ	Дискуссия (обсуждение		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	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				
	Линейное кодирование в ЦСП. Алгоритмы формирования линейных кодов ЦСП и оценка их параметров					[6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]	решения задач, выполненных студентом у доски);«мозговой штурм».	
	Практическое занятие7. Принципы регенерации цифровых сигналов. Расчет помехоустойчивости регенератора.			2,0	2,0	Подготовка к ПЗ [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]	Дискуссия (обсуждение решения задач, выполненных студентом у доски); «мозговой штурм».	
	Практическое занятие 8. Дифференциальная импульсно-кодовая модуляция (ДИКМ). Сравнение помехоустойчивости ДИКМ и ИКМ.			2,0	2,0	Подготовка к ПЗ [6.1.1], [6.1.3]	Дискуссия (обсуждение решения задач, выполненных студентом у доски); «мозговой штурм».	
	Самостоятельная работа по освоению2 раздела:				11,0			
	контрольная работа			2,0	2,0	Подготовка к КР [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]	Обсуждение результатов контрольной работы.	
	Итого по 2 разделу	4,0		12,0	13,0			
	Раздел 3. Транспортные технологии волоконно-оптических систем передачи (ВОСП)							
	Тема 3.1. Принципы объединения цифровых потоков в PDH и SDH.	2,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Практическое занятие 9. Иерархические схемы PDH и			2,0	2,0	Подготовка к ПЗ [6.1.1], [6.1.2],	Дискуссия (обсуждение решения задач, выпол-	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	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				
	SDH.					[6.1.3]	ненных студентом у доски);«мозговой штурм».	
	Тема 3.2. Основные понятия о технологии ATM	2,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.4]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Тема 3.3. Принципы технологии Ethernet. Модель OTN-OTN.	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.4]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:				6,0			
	Контрольная работа			2,0	2,0	Подготовка к КР [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]	Обсуждение результатов контрольной работы	
	Итого по 3 разделу	6,0		4,0	8,0			
	Раздел 4.Сетевые элементы оптических транспортных сетей							
	Тема 4.1.Принципы построения и конфигурация мультиплексов	2,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.2],[6.1.3]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
ПКС-4 ИПКС-4.1	Практическое занятие 10. Регенераторы и оптические			2,0	2,0	Подготовка к ПЗ [6.1.2],[6.1.3]	Дискуссия (обсуждение решения задач, выпол-	

ПКС-10 ИПКС-10.1 ИПКС-10.2 ИПКС-10.3	усилители. Расчет протяженности участка регенерации						ненных студентом у доски); «мозговой штурм».	
	<b>Практическое занятие 11.</b> Мультиплексоры оптических транспортных сетей.			2,0	2,0	Подготовка к ПЗ [6.1.2],[6.1.3], [6.1.4]	Дискуссия , «мозговой штурм».	
	<b>Тема 4.2.</b> Структуры оптических транспортных сетей.							
	<b>Практическое занятие 12.</b> Построение структурных схем оптических транспортных сетей.			2,0	2,0	Подготовка к ПЗ [6.1.4]	Дискуссия (обсуждение решения задач, выполненных студентом у доски); «мозговой штурм».	
	<b>Тема 4.3.</b> Синхронизация в транспортных сетях	2,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.2],[6.1.3], [6.1.4]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	<b>Практическое занятие 13.</b> Построение и расчет схем синхронизации.			2,0	2,0	Подготовка к ПЗ [6.1.2],[6.1.3], [6.1.4]	Дискуссия (обсуждение решения задач, выполненных студентом у доски); «мозговой штурм».	
	<b>Самостоятельная работа по освоению 4 раздела:</b>				10,0			
	<b>контрольная работа</b>			2,0	2,0	Подготовка к КР [6.1.2],[6.1.3], [6.1.4]	Обсуждение результатов контрольной работы.	
	<b>Итого по 4 разделу</b>	4,0		10,0	12,0			
	<b>Раздел 5.</b> Перспективы развития оптических телекоммуникационных систем	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.4]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	<b>ИТОГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	<b>17,0</b>		<b>34,0</b>	<b>42,0</b>			

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

Для осуществления текущего контроля знаний обучающихся сформулированы примеры заданий для контрольных работ.

Также сформирован перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию в форме экзамена в 7 семестре.

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

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

Шкала оценивания	Контрольная неделя	Зачет
$40 < R \leq 50$	Отлично	зачет
$30 < R \leq 40$	Хорошо	
$20 < R \leq 30$	Удовлетворительно	
$0 < R \leq 20$	Неудовлетворительно	незачет

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» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПКС-1 Способен осуществлять подготовку заданий на разработку проектных решений	ИПКС-1.2. Собирает и анализирует информацию для формирования исходных данных для проектирования ВОЛС.	Не знает отраслевые стандарты связи и рекомендации МСЭ-Т, стандарты по оформлению проектной и технической документации для аппаратуры и систем оптических телекоммуникаций. Не умеет производить поиск научно-технической информации для решения задач проектирования оптических линий связи Не имеет понятия о современном состоянии указанных областей знаний.	Знает отраслевые стандарты связи и рекомендации МСЭ-Т, стандарты по оформлению проектной и технической документации для аппаратуры и систем оптических телекоммуникаций. Умеет проводить поиск научно-технической информации для решения задач проектирования оптических линий связи, допуская ошибки. Слабо знаком с современным состоянием указанных областей знаний.	Знает отраслевые стандарты связи и рекомендации МСЭ-Т, стандарты по оформлению проектной и технической документации для аппаратуры и систем оптических телекоммуникаций. Умеет проводить поиск научно-технической информации для решения задач проектирования оптических линий связи, допуская небольшие неточности. Хорошо знаком с современным состоянием указанных областей знаний.	Твердо знает отраслевые стандарты связи и рекомендации МСЭ-Т, стандарты по оформлению проектной и технической документации для аппаратуры и систем оптических телекоммуникаций. Хорошо умеет проводить поиск научно-технической информации для решения задач проектирования оптических линий связи Отлично знаком с современным состоянием указанных областей знаний.
ПКС-4 Способен составлять описания принципов действия и структуры проектируемых сетей, сооружений, оборудования, средств и услуг связи с обоснованием принятых технических решений	ИПКС-4.2. Анализирует и сравнивает между собой структуры проектируемых сетей, сооружений, оборудования и услуг связи	Не знает принципы функционирования основных узлов оконечной и линейной аппаратуры оптических цифровых телекоммуникационных систем передачи, технологии мультиплексирования, используемые в цифровых телекоммуникационных системах передачи. Не умеет составлять электрические и	Знает принципы функционирования основных узлов оконечной и линейной аппаратуры оптических цифровых телекоммуникационных систем передачи, технологии мультиплексирования, используемые в цифровых телекоммуникационных системах передачи. Умеет составлять электри-	Знает принципы функционирования основных узлов оконечной и линейной аппаратуры оптических цифровых телекоммуникационных систем передачи, технологии мультиплексирования, используемые в цифровых телекоммуникационных систе-	Твёрдо знает принципы функционирования основных узлов оконечной и линейной аппаратуры оптических цифровых телекоммуникационных систем передачи, технологии мультиплексирования, используемые в цифровых телекоммуникационных системах передачи. Без-



		оптические схемы проектируемых устройств	ческие и оптические схемы проектируемых устройств, допуская ошибки.	мах неточности. передачи. Умеет составлять электрические и оптические схемы проектируемых устройств, допуская небольшие	ошибочно умеет составлять электрические и оптические схемы проектируемых устройств
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 контроля эксплуатационных характеристик элементов волоконно-оптических систем передачи информации	Не знает основные причины нарушения функционирования аппаратуры оптических цифровых телекоммуникационных систем, возможности и характеристики измерительного оборудования. Не владеет способами оценки помехозащищенности оптических цифровых трактов.	Знает основные причины нарушения функционирования аппаратуры оптических цифровых телекоммуникационных систем, возможности и характеристики измерительного оборудования. Владеет способами оценки помехозащищенности оптических цифровых трактов, допуская ошибки.	Знает основные причины нарушения функционирования аппаратуры оптических цифровых телекоммуникационных систем, возможности и характеристики измерительного оборудования. Владеет способами оценки помехозащищенности оптических цифровых трактов, допуская небольшие неточности.	Твердо знает основные причины нарушения функционирования аппаратуры оптических цифровых телекоммуникационных систем, возможности и характеристики измерительного оборудования. Уверенно владеет способами оценки помехозащищенности оптических цифровых трактов.

Таблица 7 – Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» 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 «хорошо» 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 «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, ряд учебных заданий либо не выполнил, либо они оценены числом баллов, близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» 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. Перин, А.С.

Оптические цифровые телекоммуникационные системы: учеб.-метод. пособие / А.С. Перин, С.Н. Шарангович. – Томск: ТУСУР, 2018. – 114 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/313025> (дата обращения: 19.04.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### 6.1.2. Перин, А.С.

Оптические цифровые телекоммуникационные системы. Сборник задач с формулами и решениями: учеб. пособие / А.С. Перин, С.Н. Шарангович. – Томск: ТУСУР, 2018. – 116 с. – ISBN 978-5-86889-820-4. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/313010> (дата обращения: 19.04.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### 6.1.3. Перин, А.С.

Оптические цифровые телекоммуникационные системы: технологии мультиплексирования и синхронизации: учеб. пособие / А.С. Перин. – Томск: ТУСУР, 2021. – 118 с. – ISBN 978-5-86889-928-7. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/313313> (дата обращения: 18.04.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### 6.1.4. Шарангович, С.Н.

Многоволновые оптические системы связи: учеб. пособие / С.Н. Шарангович. – Томск: ТУСУР, 2022. – 120 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/313793> (дата обращения: 17.04.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

- 6.1.5. Крухмалев, В.В. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей. / В.В. Крухмалев, В.Н. Гордиенко, А.Д. Моченов и др. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 510 с.
- 6.1.6. Гордиенко, В.Н. Многоканальные телекоммуникационные системы. / В.Н. Гордиенко, М.С. Тверецкий. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 416 с.
- 6.1.7. Крухмалев, В.В. Цифровые системы передачи. / В.В. Крухмалев, В.Н. Гордиенко, А.Д. Моченов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 352 с.
- 6.1.8. Фокин, В.Г. Оптические системы передачи и транспортные сети. / В.Г. Фокин. – М.: Эко-Трендз, 2008. – 288 с.

## **6.2. Справочно-библиографическая литература**

- 6.2.1. ITU-T G.803. Архитектура транспортных сетей на основе синхронной цифровой иерархии (SDH), 2000.
- 6.2.2. ITU-T G.709 / Y1331. Интерфейсы для оптических транспортных сетей (OTN), 2001.
- 6.2.3. МСЭ-Т G.8010 / Y.1306. Архитектура сетей уровня Ethernet, 2004.
- 6.2.4. ITU-T, G.957. Оборудование и системы с оптическими интерфейсами, относящиеся к синхронной цифровой иерархии, 1999.
- 6.2.5. ITU-T, G.959.1. Интерфейсы физического уровня оптической транспортной сети, 2001.
- 6.2.6. ITU-T, G.841. Типы и характеристики архитектур защиты сети SDH, 1998.
- 6.2.7. ITU-T G.873.1. Оптическая транспортная сеть (OTN): линейная защита, 2003.
- 6.2.8. ITU-T G.8021 / Y.1341. Характеристики функциональных блоков оборудования транспортных сетей Ethernet, 2004.
- 6.2.9. ITU-T G.8251. Контроль джиттера и блуждания в оптической транспортной сети (OTN), 2001.
- 6.2.10. ITU-T G.652. Характеристики одномодового оптического волокна и кабеля, 2003.
- 6.2.11. ITU-T G.692. Оптические интерфейсы для многоканальных систем с оптическими усилителями, 2003.

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

6.3.1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы по дисциплине «Оптические цифровые телекоммуникационные системы».

6.3.2. Методические рекомендации по организации и планированию практических занятия по дисциплине «Оптические цифровые телекоммуникационные системы».

6.3.3. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы по дисциплине «Оптические цифровые телекоммуникационные системы».

Методические указания и рекомендации по проведению конкретных видов учебных занятий по дисциплине «Оптические цифровые телекоммуникационные системы» находятся на кафедре «ФТОС».

## **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:

- зал электронно-информационных ресурсов (ауд. 2210 – 11 компьютеров, ауд. 6119 – 9 компьютеров);
- читальный зал открытого доступа (ауд. 6162 – 2 компьютера);
- ауд. 2303, 2202, оборудованные Wi-Fi.

## **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 «Оптические цифровые телекоммуникационные системы», 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, практических и лабораторных 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 экзамена 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, качество 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 выполнения 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, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

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**

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

- проведение контрольных работ;
- проверка выполнения домашних заданий по практическим занятиям;
- экзамен.

#### **11. 1 Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости**

1. На вход семиразрядного линейного декодера, шаг квантования которого равен 5 мВ, поступает следующая последовательность кодовых групп 1110111, 1010101, 0010010. Декодер рассчитан на декодирование групп, построенных на основе симметричного кода. Определить амплитуду и полярность импульсов на выходе декодера.

2. Найти тактовую частоту ЦСП с ИКМ, предназначенной для сигнала стереофонического вещания с полосой передаваемых частот 30...15 000 Гц, если число элементов в кодовой комбинации равно  $m=12$ .

3. На вход пятиразрядного линейного кодера с шагом квантования, равным 5 мВ, поданы импульсы АИМ, амплитуды которых равны 3 мВ, 64 мВ, 101 мВ. Кодирование осуществляется в коде Грея. Какова структура кодовых групп, образующихся на выходе кодера?

4.Тактовая частота 32-х-канальной ЦСП с ИКМ, предназначенной для передачи телефонных сигналов, равна 2048 кГц. Какова разрядность кодовых групп данной ЦСП?

5..Построить структурную схему СВРК при  $N=2$  и нарисовать осциллограммы канальных и группового сигналов. Определить период дискретизации  $T_{\delta}$  при передаче речевых сообщений ( $F_{max} = 3,4$  кГц).

6.Нарисовать спектр АИМ-сигнала при  $T_{\delta} = 2$  мс и частоте модуляции  $F = 300$  Гц. Указать возможность выделения первичного сигнала из спектра АИМ с полезным ФПЧ с крутизной характеристики затухания 0,1 дБ/Гц и затуханием в полосе задерживания 60 дБ.

## **11.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности**

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине: экзамен .

### **Типовые вопросы для промежуточной аттестации - экзамену, проводимому по окончании 7 семестра**

1. Принцип построения МСП с временным разделением сигналов. Методы формирования канальных сигналов.
2. Амплитудно-импульсная модуляция и ее свойства. Сравнение АИМ с ШИМ и ФИМ.
3. Переходные помехи в МСП с ВРК.
4. Принципы построения цифровых систем передачи. Квантование сигналов по уровню. Шумы при равномерном квантовании.
5. Неравномерное квантование. Кодирование квантованных сигналов.
6. Структурная схема цифровой системы передачи. Скорость цифрового потока и занимаемая полоса частот. Синхронизация в ЦСП. Линейное кодирование.
7. Принципы регенерации цифровых сигналов. Расчет помехоустойчивости регенератора.
8. Цифровой поток первого уровня. Принципы объединения цифровых потоков в плезиохронной цифровой иерархии.
9. Синхронный транспортный модуль первого уровня. Принципы объединения цифровых потоков в синхронной цифровой иерархии.
10. Принципы технологии асинхронного способа передачи АТМ/
11. Принципы технологии Ethernet.
12. Модель транспортной сети OTN-ОТН.
13. Сетевые элементы оптических транспортных сетей (общая структура, виды сетевых элементов, оптические регенератор и усилитель).
14. Принципы построения мультиплексоров. Конфигурации мультиплексоров.
15. Мультиплексоры оптических цифровых транспортных сетей.
16. Структуры транспортных сетей.
17. Структурная схема системы передачи с ВРК.
18. Структурная схема приема и демодуляции АИМ-сигнала.
19. Структурная схема приема и демодуляции ШИМ- и ФИМ-сигналов.
20. Структурная схема цифровой системы передачи.
21. Структурная схема регенератора цифровых сигналов.
22. Формат цифрового потока Е1.
23. Схема преобразований (мультиплексирования и кросс-мультиплексирования) в PDH.



24. Схема объединения цифровых потоков в SDH.
25. Стандартный формат ячейки АТМ.
26. .Формат пакета (кадра) данныхEthernet.
27. Схема мультиплексирования и упаковки цифровых потоков OTN-OTN.
28. Структурная схема эрбиевого оптического усилителя.
29. Обобщенная функциональная схема мультиплексора.
30. Структура «точка-точка», образованная терминальными мультиплексорами SDH и оптическими мультиплексорами.
31. Структура «оптическая линейная цепь».
32. Структура «четырёхволоконное оптическое кольцо».

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института ИЯЭиТФ

\_\_\_\_\_ Легчанов М.А.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 г.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины**  
**Б1.В.ОД.18 Оптические цифровые телекоммуникационные системы**

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: 2023

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): Белов Ю.Г., д.т.н., профессор

«\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ФТОС

\_\_\_\_\_ протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

**Лист актуализации принят на хранение:**

Заведующий выпускающей кафедрой ФТОС \_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

Методический отдел УМУ: \_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.