

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Максимов Алексей Борисович

Должность: директор департамента по образовательной политике

Дата подписания: 25.10.2023 13:47:05

Уникальный программный ключ:

8db180d1a3f02ac9e60521a567274273518b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ


«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ

Декан

 /Е.В. Сафонов/

«27» апреля 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Волоконная оптика в системах связи

Направление подготовки

11.03.01 Радиотехника

Профиль

Системы дальней связи

Квалификация

Бакалавр

Формы обучения

очная

Москва, 2023 г.

Разработчик(и):

Доцент кафедры «Автоматика и управление»,
к.т.н.

А.А. Филимонова/

Согласовано:

Заведующий кафедрой «Автоматика и управление»,
д.т.н., профессор

/А.А. Радионов/

Руководитель образовательной программы
д.т.н., профессор

/А.А. Радионов/

Содержание

1	Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине.....	4
2	Место дисциплины в структуре образовательной программы	5
3	Структура и содержание дисциплины.....	5
	3.1 Виды учебной работы и трудоемкость	5
	3.2 Тематический план изучения дисциплины	6
	3.3 Содержание дисциплины	7
	3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий	8
	3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)	8
4	Учебно-методическое и информационное обеспечение.....	9
	4.1 Нормативные документы и ГОСТы	9
	4.2 Основная литература	9
	4.3 Дополнительная литература	9
	4.4 Электронные образовательные ресурсы.....	9
	4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение	9
	4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	10
5	Материально-техническое обеспечение.....	10
6	Методические рекомендации	10
	6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения	10
	6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	11
7	Фонд оценочных средств	11
	7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения.....	12
	7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения.....	13
	7.3 Оценочные средства	18

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины является изучение основных направлений развития телекоммуникаций, знакомство с проблемами, определяющими дальнейший прогресс науки в области оптической телекоммуникации и основами анализа и синтеза инфокоммуникационных систем, получение необходимых знаний по оптическим цифровым телекоммуникационным системам, основам их организации, структуре, решения научно-прикладных проблем.

Задачами дисциплины является: получение необходимых знаний по оптическим цифровым телекоммуникационным системам; овладение знаниями по основам организации и структуре оптоволоконных цифровых телекоммуникационных систем; изучение характеристик телекоммуникационного оборудования с оценкой качества предоставляемых услуг; формирование навыков решения научно-исследовательских и технических проблем в области оптической инфокоммуникации; изучение конструктивных особенностей современных оптоволоконных сетей; овладение приемами контроля и эксплуатации оборудования цифровых оптоволоконных сетей; формирование навыков проектирования и монтажа оптоволоконных цифровых телекоммуникационных систем.

Обучение по дисциплине «Волоконная оптика в системах связи» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции	Наименование показателя оценивания
<p>ПК-8. Способен исследовать и эксплуатировать радиоэлектронные средства и технологии, обеспечивающие передачу, обработку и прием информации по сетям связи различного назначения</p>	<p>ИПК-8.1 Применяет методы исследования радиоэлектронных средств и технологий передачи, обработки и приема информации; ИПК-8.2 Эксплуатирует радиоэлектронные средства в соответствии с инструкциями и типовыми методиками работы; ИПК-8.3 Проводит исследования характеристик радиоэлектронных средств и технологий.</p>	<p>Знать: теоретические сведения в области оптических цифровых телекоммуникационных систем; основы организации и структуру оптоволоконных цифровых телекоммуникационных систем; методику исследования характеристик телекоммуникационного оборудования с оценкой качества предоставляемых услуг. Уметь: осуществлять контроль и эксплуатацию оборудования цифровых оптоволоконных сетей; выбирать эффективную методику экспериментальных исследований; применять методику исследования характеристик телекоммуникационного оборудования с оценкой качества предоставляемых услуг. Владеть: навыками применения методов проведения экспериментальных</p>

		исследований, использующихся для решения научно-исследовательских и производственных задач; навыками решения научно-исследовательских и технических проблем в области оптической инфокоммуникации.
--	--	--

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к элективным дисциплинам блока Б1 «Дисциплины (модули)». Дисциплина непосредственно связана со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- Оптические устройства в радиоэлектронике
- Производственная практика (преддипломная)
- Производственная практика (технологическая)
- Промышленный интернет вещей в автомобилестроении
- Промышленный интернет вещей в машиностроении
- Радионавигационные системы и комплексы
- Радиотехнические системы дальней связи
- САПР радиоэлектронных средств
- Сети MESH широкополосной беспроводной связи

3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы 144 часа.

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			7
1	Аудиторные занятия	72	72
	В том числе:		
1.1	Лекции	36	36
1.2	Семинарские/практические занятия	18	18
1.3	Лабораторные занятия	18	18
2	Самостоятельная работа	72	72
	В том числе:		
2.1	Подготовка к лекциям	18	18
2.2	Подготовка к практическим занятиям	18	18
2.3	Подготовка к лабораторным занятиям	18	18
2.4	Подготовка к экзамену по дисциплине	18	18
3	Промежуточная аттестация		
	Зачет/диф.зачет/экзамен	-	Экзамен
	Итого	144	144

3.2 Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	Раздел 1. Методы и основные протоколы передачи информации.	34	8	2	6	0	18
1.1	Тема 1. Цифровые методы передачи информации. Плезиохронный метод цифровой передачи. Обобщенная структурная схема однопролетной волоконнооптической линии связи. Синхронный метод передачи цифровых сигналов.		2	2	0	0	6
1.2	Тема 2. Одноволновые ВОСП СЦИ. Конфигурация ВОСП СЦИ по рек. G.691. Асинхронный режим переноса сообщений (ATM). Компьютерная сеть Ethernet. Вариант конфигурации сети Ethernet. Схема организации сети Ethernet городского района. Всемирная сеть Internet.		4	0	6	0	6
1.3	Тема 3. 7 уровней (или слоев) информационного взаимодействия. Основные службы Internet. Сервис WWW. Электронная почта (E-mail).		2	0	0	0	6
2	Раздел 2. Многоволновое уплотнение оптических несущих (WDM)	26	6	4	4	0	12
2.1	Тема 1. Структурная схема системы передачи с WDM. Плотное волновое уплотнение, или DWDM. Типовая конфигурация системы ВОЛС с DWDM.		4	2	4	0	6
2.2	Тема 2. Спектральным мультиплексированием низкой плотности CWDM. Сетка длин волн CWDM и DWDM.		2	2	0	0	6
3	Раздел 3. Оптические линии связи	22	6	4	0	0	12
3.1	Тема 1. Магистральные линии с DWDM. Промежуточный оптический усилитель. Конфигурации систем передачи ВОСП с DWDM		4	2	0	0	6

3.2	Тема 2. Варианты конфигураций ВОСП – СР различных фирм. Схема промежуточного усилителя для диапазонов С+L. Сети с DWDM компании ТрансТелеКом		2	2	0	0	6
4	Раздел 4. Аппаратура ВОСП со спектральным разделением оптических каналов	26	6	4	4	0	12
4.1	Тема 1. Назначение и основные характеристики аппаратуры различного уровня.		4	2	4	0	6
4.2	Тема 2. Способы применения аппаратуры в различных сетях		2	2	0	0	6
5	Раздел 5. Оптические сети доступа	36	10	4	4	0	18
5.1	Тема 1. Концепция «последней мили» или волокна в дом. Определения оптических сетей доступа, их топология (архитектура), параметры и состав оборудования.		4	2	4	0	6
5.2	Тема 2. Сеть FTTH и FTTB. Пассивные оптические сети (ПОС (PON)). Варианты волоконно-оптической технологии доступа (точка-точка, кольцо, дерево с активными узлами, дерево с пассивным оптическим разветвлением).		2	2	0	0	6
5.3	Тема 3. Транспорт ячеек АТМ в дереве PON. Стандарты PON.		4	0	0	0	6
Итого		144	36	18	18	0	72

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. Методы и основные протоколы передачи информации.

Тема 1. Цифровые методы передачи информации. Плезиохронный метод цифровой передачи. Обобщенная структурная схема однопролетной волоконнооптической линии связи. Синхронный метод передачи цифровых сигналов.

Тема 2. Одноволновые ВОСП СЦИ. Конфигурация ВОСП СЦИ по рек. G.691. Асинхронный режим переноса сообщений (АТМ). Компьютерная сеть Ethernet. Вариант конфигурации сети Ethernet. Схема организации сети Ethernet городского района. Всемирная сеть Internet.

Тема 3. 7 уровней (или слоев) информационного взаимодействия. Основные службы Internet. Сервис WWW. Электронная почта (E-mail).

Раздел 2. Многоволновое уплотнение оптических несущих (WDM)

Тема 1. Структурная схема системы передачи с WDM. Плотное волновое уплотнение, или DWDM. Типовая конфигурация системы ВОЛС с DWDM.

Тема 2. Спектральным мультиплексированием низкой плотности CWDM. Сетка длин волн CWDM и DWDM.

Раздел 3. Оптические линии связи

Тема 1. Магистральные линии с DWDM. Промежуточный оптический усилитель. Конфигурации систем передачи ВОСП с DWDM

Тема 2. Варианты конфигураций ВОСП – CP различных фирм. Схема промежуточного усилителя для диапазонов C+L. Сети с DWDM компании ТрансТелеКом

Раздел 4. Аппаратура ВОСП со спектральным разделением оптических каналов

Тема 1. Назначение и основные характеристики аппаратуры различного уровня.

Тема 2. Способы применения аппаратуры в различных сетях

Раздел 5. Оптические сети доступа

Тема 1. Концепция «последней мили» или волокна в дом. Определения оптических сетей доступа, их топология (архитектура), параметры и состав оборудования.

Тема 2. Сеть FTTH и FTTB. Пассивные оптические сети (ПОС (PON)). Варианты волоконно-оптической технологии доступа (точка-точка, кольцо, дерево с активными узлами, дерево с пассивным оптическим разветвлением).

Тема 3. Транспорт ячеек ATM в дереве PON. Стандарты PON.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1 Семинарские/практические занятия

Практическое занятие 1. Цифровые методы передачи информации.

Практическое занятие 2. Одноволновые ВОСП СЦИ

Практическое занятие 3. Структурная схема системы передачи с WDM

Практическое занятие 4. Спектральным мультиплексированием низкой плотности CWDM

Практическое занятие 5. Магистральные линии с DWDM

Практическое занятие 6. Варианты конфигураций ВОСП – CP различных фирм.

Практическое занятие 7. Назначение и основные характеристики аппаратуры различного уровня

Практическое занятие 8. Определения оптических сетей доступа, их топология, параметры и состав оборудования.

Практическое занятие 9. Пассивные оптические сети

3.4.2 Лабораторные занятия

Лабораторное занятие 1-3. Лабораторная работа 1. Методы и основные протоколы передачи информации.

Лабораторное занятие 4-5. Лабораторная работа 2. Многоволновое уплотнение оптических несущих (WDM).

Лабораторное занятие 6-7. Лабораторная работа 3. Выбор топологии сети и способа укладки оптического кабеля.

Лабораторное занятие 8-9. Лабораторная работа 4. Аппаратура ВОСП со спектральным разделением оптических каналов.

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрены

4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

Не предусмотрены

4.2 Основная литература

1. Былина, М. С. Оптические волокна в телекоммуникациях : учебное пособие / М. С. Былина, С. Ф. Глаголев. — Санкт-Петербург : СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2019. — 108 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/180160>.
2. Ефанов, В. И. Проектирование, строительство и эксплуатация ВОЛС : учебное пособие / В. И. Ефанов. — Москва : ТУСУР, 2012. — 102 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/4948>.
3. Шандаров, В. М. Волоконно-оптические устройства и системы технологического назначения и управления : учебно-методическое пособие / В. М. Шандаров. — Москва : ТУСУР, 2012. — 31 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/11562>.
4. Дашков, М. В. Влияние затухания оптического тракта на качество передачи сигнала ВОСП CWDM : методические указания / М. В. Дашков. — Самара : ПГУТИ, 2021. — 12 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/301061>.

4.3 Дополнительная литература

1. Дашков, М. В. Исследование фазовой самомодуляции сигнала в оптическом волокне : методические указания / М. В. Дашков. — Самара : ПГУТИ, 2022. — 11 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/329924>.
2. Ефанов, В. И. Проектирование волоконно-оптических линий связи : учебное пособие / В. И. Ефанов. — Москва : ТУСУР, 2012. — 101 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/11540>.
3. Ефанов, В. И. Электрические и волоконно-оптические линии связи : учебное пособие / В. И. Ефанов. — 3-е изд. — Москва : ТУСУР, 2012. — 150 с. — ISBN 5-86889-356-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/5452>.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

Не предусмотрены

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Microsoft-Office
2. Microsoft-Windows
3. Math Works-MATLAB, Simulink

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам Федеральный портал <http://window.edu.ru>
2. Компьютерные информационно-правовые системы «Консультант» <http://www.consultant.ru>, «Гарант» <http://www.garant.ru>
3. Официальный интернет-портал правовой информации <http://pravo.gov.ru>.
4. Научная электронная библиотека <http://www.elibrary.ru>
5. Российская государственная библиотека <http://www.rsl.ru>
6. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/index.php>

5 Материально-техническое обеспечение

1. Компьютерный класс с предустановленным программным обеспечением, указанным в п. 4.5, мультимедийное оборудование (проектор, персональный компьютер преподавателя).
2. Аудитория для лекционных, практических занятий. Оборудование и аппаратура: аудиторная доска, возможность использования мультимедийного комплекса.
3. Специализированная аудитория для проведения лабораторных работ. Оборудование и аппаратура: осциллографы, комплект типового лабораторного оборудования "Основы электроники"; ОЭ1-С-Р (стендовое исполнение, ручная версия).

6 Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

На первом занятии по дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения (темами курса, формами занятий, текущего и промежуточного контроля), раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования к форме отчетности и применения видов контроля. Выдаются задания для подготовки к практическим занятиям.

При подготовке к лабораторным и практическим работам по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем тематических вопросов.

В ходе работы во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы работы, определить порядок ее проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса.

Применяя фронтальный опрос дать возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части работы следует подвести ее итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенной лабораторной работы. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

Методика преподавания дисциплины «Волоконная оптика в системах связи» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- защита и обсуждение отчетов по практическим работам;

– технологии анализа ситуаций для активного обучения, которые позволяют студентам соединить теорию и практику, представить примеры принимаемых решений и их последствий, демонстрировать различные позиции, формировать навыки оценки альтернативных вариантов в вероятностных условиях.

Обучение по дисциплине ведется с применением традиционных потоково-групповых информационно-телекоммуникационных технологий. При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационно-телекоммуникационные технологии: презентации с применением проектора и программы PowerPoint.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа студентов направлена на решение следующих задач:

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое самостоятельное получение студентами навыков работы в программе математического моделирования, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к экзамену.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к лабораторным занятиям;
- оформление отчетов по выполненным работам и подготовка к их защите;
- подготовка к экзамену.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация работы.

7 Фонд оценочных средств

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- устный опрос;
- лабораторные работы;
- тестирование;
- контрольная работа;
- экзамен.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные задания индивидуально для каждого обучающегося.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	Наименование компетенции выпускника
ПК-8	Способен исследовать и эксплуатировать радиоэлектронные средства и технологии, обеспечивающие передачу, обработку и прием информации по сетям связи различного назначения

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Перечень оценочных средств по дисциплине «Волоконная оптика в системах связи».

1	Текущий	Устный опрос	Устный опрос проводится с целью проверки и оценки знаний студентов после изучения темы практической работы и позволяет оценить сформированность компетенций. Студенту задаются типовые вопросы по теме практической работы, но не более 3х вопросов.
2	Текущий	Тестирование	Тестирование проводится на последнем занятии изучаемой темы. Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. В рамках тестирования проверяется владение терминологией и знание теоретической базы.
3	Текущий	Контрольная работа	Решение контрольной работы осуществляется на последнем занятии изучаемой темы. Студенту выдаются 3 задания. Контрольная работа выполняется индивидуально каждым студентом. При проверке преподаватель оценивает правильность произведенных расчетов, формул, использования терминологии и выводы.
4	Текущий	Лабораторная работа	Лабораторная работа выполняется индивидуально каждым студентом. Оформленный отчет студент сдает преподавателю на проверку в заранее установленный срок. При проверке преподаватель оценивает качество оформления, правильность расчетов и выводов. К защите лабораторной работы допускаются студенты, которые выполнили работу, оформили в соответствии с требованиями отчет о лабораторной работе и предоставили его к защите.

			Каждому студенту задается не менее 3-х вопросов на тему лабораторной работы. Далее проводится защита отчета каждым студентом индивидуально в формате "вопрос-ответ" (задаются 3 вопроса).
5	Промежуточный	Экзамен	<p>Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».</p> <p>Экзамен проводится в устной форме. В аудитории находится преподаватель и не более 5 человек из числа студентов. Во время проведения экзамена его участникам запрещается иметь при себе и использовать средства связи (сотовые телефоны, микрофоны и пр.). Студенту выдается билет с тремя вопросами. Количество дополнительных вопросов – не более двух. Количество дополнительных вопросов зависит от полноты ответа студента. Длительность экзамена 2 часа (120 минут).</p> <p>К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Волоконная оптика в системах связи».</p>

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
знать: теоретические сведения в области оптических цифровых телекоммуникационных систем; основы организации и структуру оптоволоконных цифровых телекоммуникационных систем; основы	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: теоретические сведения в области оптических цифровых телекоммуникационных систем; основы	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: теоретические сведения в области оптических цифровых телекоммуникационных систем; основы организации и	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: теоретические сведения в области оптических цифровых телекоммуникационных систем; основы организации и	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: теоретические сведения в области оптических цифровых телекоммуникационных систем; основы

<p>ых систем; методику исследования характеристик телекоммуникационного оборудования с оценкой качества предоставляемых услуг.</p>	<p>организации и структуру оптоволоконных цифровых телекоммуникационных систем; методику исследования характеристик телекоммуникационного оборудования с оценкой качества предоставляемых услуг.</p>	<p>структуру оптоволоконных цифровых телекоммуникационных систем; методику исследования характеристик телекоммуникационного оборудования с оценкой качества предоставляемых услуг. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>структуру оптоволоконных цифровых телекоммуникационных систем; методику исследования характеристик телекоммуникационного оборудования с оценкой качества предоставляемых услуг. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.</p>	<p>организации и структуру оптоволоконных цифровых телекоммуникационных систем; методику исследования характеристик телекоммуникационного оборудования с оценкой качества предоставляемых услуг. Свободно оперирует приобретенными знаниями.</p>
<p>уметь: осуществлять контроль и эксплуатацию оборудования цифровых оптоволоконных сетей; выбирать эффективную методику экспериментальных исследований; применять методику исследования характеристик телекоммуникационного оборудования с оценкой качества предоставляемых услуг.</p>	<p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: осуществлять контроль и эксплуатацию оборудования цифровых оптоволоконных сетей; выбирать эффективную методику экспериментальных исследований; применять методику исследования характеристик телекоммуникационного оборудования с оценкой качества предоставляемых услуг.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: осуществлять контроль и эксплуатацию оборудования цифровых оптоволоконных сетей; выбирать эффективную методику экспериментальных исследований; применять методику исследования характеристик телекоммуникационного оборудования с оценкой качества предоставляемых услуг. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: осуществлять контроль и эксплуатацию оборудования цифровых оптоволоконных сетей; выбирать эффективную методику экспериментальных исследований; применять методику исследования характеристик телекоммуникационного оборудования с оценкой качества предоставляемых услуг. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: осуществлять контроль и эксплуатацию оборудования цифровых оптоволоконных сетей; выбирать эффективную методику экспериментальных исследований; применять методику исследования характеристик телекоммуникационного оборудования с оценкой качества предоставляемых услуг. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.</p>

		переносе на новые ситуации.		
владеть: навыками применения методов проведения экспериментальных исследований, используемых для решения научно-исследовательских и производственных задач; навыками решения научно-исследовательских и технических проблем в области оптической инфокоммуникации.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками применения методов проведения экспериментальных исследований, используемых для решения научно-исследовательских и производственных задач; навыками решения научно-исследовательских и технических проблем в области оптической инфокоммуникации.	Обучающийся в недостаточной степени владеет: навыками применения методов проведения экспериментальных исследований, используемых для решения научно-исследовательских и производственных задач; навыками решения научно-исследовательских и технических проблем в области оптической инфокоммуникации. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет: навыками применения методов проведения экспериментальных исследований, используемых для решения научно-исследовательских и производственных задач; навыками решения научно-исследовательских и технических проблем в области оптической инфокоммуникации. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет: навыками применения методов проведения экспериментальных исследований, используемых для решения научно-исследовательских и производственных задач; навыками решения научно-исследовательских и технических проблем в области оптической инфокоммуникации. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Шкала оценивания промежуточной аттестации: экзамена.

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности, не испытывает затруднений при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует частичное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент не может оперировать знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
---------------------	--

Шкала оценивания текущего контроля.

Наименование контроля результатов обучения	Шкала оценивания	Описание
Устный опрос по теме раздела	<p>Зачтено: набрано 2 и более баллов Не зачтено: набрано 1 и менее баллов. Критерии оценивания при ответе на вопрос: *2 балла – студент полностью ответил на вопрос; *1 балл – студент частично ответил на вопрос, не полностью раскрыта тематика вопроса.</p>	Студентам задаются типовые вопросы по теме практических занятий, для получения зачета каждый студент должен набрать необходимое кол-во баллов ответами на вопросы. Каждый студент может ответить не более чем на 3 вопроса.
Контрольная работа по теме раздела	<p>Отлично - Работа высокого качества, уровень выполнения отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, либо некоторые из выполненных заданий содержат незначительные ошибки Хорошо - Уровень выполнения работы отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, некоторые виды заданий выполнены с ошибками. Удовлетворительно - Теоретическое содержание курса освоено</p>	Защита темы включает решение задач в аудитории в течение одной пары и проходит после изучения соответствующего раздела. Билеты состоят из вопросов, позволяющих оценить сформированность компетенций. На ответы отводится 1,5 часа.

	<p>частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой заданий не выполнено; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий.</p> <p>Неудовлетворительно - Теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, предусмотренные программой задания не выполнены</p>	
Тестирование по пройденной теме	<p>Тест содержит 20 заданий, правильный ответ на 1 задание соответствует 1 баллу. Время тестирования - 30 минут. Студенту предоставляется две попытки для прохождения теста. Максимальная оценка за тест - 20 баллов. Тест считается успешно пройденным, если студент дал не менее 60% правильных ответов (набрал не менее 12 баллов).</p>	<p>Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.</p>
Выполнение и защита лабораторной работы	<p>Зачтено: набрано 3 и более баллов Незачтено: набрано 2 и менее баллов</p> <p>Расчеты выполнены верно – 1 балл, выводы логичны и обоснованы – 1 балл, оформление работы соответствует требованиям – 1 балл, правильный ответ на один вопрос (при защите задаётся 2 вопроса) – 1 балл.</p>	<p>В качестве форм текущего контроля знаний студентов используются отчеты по лабораторным работам. К выполнению экспериментальной части лабораторной работы допускаются студенты, подготовившие протоколы выполнения лабораторной работы. Протоколы оформляются в соответствии с требованиями методических указаний кафедры. Отчет по лабораторной работе содержит протокол проведения лабораторной работы, расчеты, графическую часть, выводы. Защита отчета по лабораторной работе осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность расчетов и выводов.</p>

		Студенты не выполнившие лабораторную работу к защите не допускаются
--	--	---

7.3 Оценочные средства

7.3.1 Текущий контроль

Вопросы для устного опроса на практических занятиях.

1. Какие системы передачи называются аналоговыми и цифровыми?
2. Как происходит цикл передачи в системе ИКМ-30?
3. Как происходит объединение потоков по принципу чередования битов?
4. Назовите потоки и скорости передачи ПЦИ?
5. Поясните структурную схему однопролетной ВОЛС?
6. Назовите потоки и скорости передачи СЦИ?
7. Поясните схему преобразований СЦИ?
8. Поясните структуру модуля STM-1?
9. Поясните размещение контейнеров в модуле STM-1?
10. Что дает жесткая синхронизация на всех уровнях СЦИ?
11. На каких длинах волн работают одноволновые ВОСП СЦИ, назовите протяженность линий?
12. Какие три варианта конфигураций рассмотрены Рек. G.691
13. Какие сети получили название Ethernet?
14. На какие стандарты подразделяется стандарт IEEE802.3?
15. Какие стандарты включает стандарт Fast Ethernet?
16. Когда был введен и что представляет Гигабитный Ethernet?
17. Когда был введен и что представляет 10-гигабитный Ethernet?
18. Что представляет метод временного уплотнения (TDM)?
19. Что представляет метод частотного уплотнения (FDM)?
20. Что представляет собой модовое уплотнение (MDM)?
21. Что представляет собой уплотнение по поляризации (PDM)?
22. Что представляет собой уплотнение каналов по поляриности?
23. Что представляет структурная схема системы передачи с WDM?
24. Какая сетка оптических частот системы передачи с WDM?
25. Для чего предназначено устройство – транспондер?
26. Что представляет типовая конфигурация системы ВОЛП с DWDM?
27. Что представляет собой мультиплексирование низкой плотности CWDM, какая сетка каналов?
28. Что представляют три варианта построения магистральных линий с WDM согласно документам МСЭ?
29. Какова структурная схема промежуточного оптического усилителя?
30. Что представляет типовая конфигурация системы ВОЛП с DWDM?
31. Что представляют схема промежуточного усилителя для диапазонов C+L?
32. Магистральные линии связи в РФ.

33. Приведите пример и данные современной магистральной системы DWDM компании NEC?
34. Приведите пример и данные современной системы CWDM компании NEC?
35. Приведите пример и данные современной магистральной системы DWDM компании Lucent Technologies?
36. Приведите пример и данные современной системы DWDM для городских сетей
37. компании Lucent Technologies?
38. Приведите пример и данные современной магистральной системы DWDM компаний РФ?
39. Что представляют оптические сети доступа?
40. Что представляют пассивные оптические сети доступа?
41. Что представляют рекомендации G.983?
42. Что представляют топология ПОС?
43. Что представляют архитектура ПОС?
44. Каковы основные особенности APON (G.983.1)?
45. Каковы основные особенности стандарта IEEE 802.3ah?
46. Проведите сравнительный анализ APON, EPON, GPON?

Типовые вопросы для защиты лабораторных работ

1. Какие факторы необходимо учитывать при построении ВОЛС?
2. Назовите виды сетевой топологии, их основные достоинства и недостатки.
3. В чем основные преимущества укладки ОК кабелеукладчиком?
4. Назовите недостатки прокладки кабеля с использованием защитного трубопровода?
5. Перечислите основные преимущества подвеса ОК на ЛЭП
6. Назовите составляющие оптической цифровой системы передачи.
7. Поясните принцип построения одноволоконной однополосной однокабельной ВОСП.
8. Принцип построения двухволоконной однополосной однокабельной ВОСП.
9. Принцип построения одноволоконной двухполосной однокабельной ВОСП.
10. Принцип построения одноволоконной двухполосной однокабельной ВОСП
11. Требования к источникам излучения при спектральном уплотнении.
12. Какие системы WDM относятся к грубым WDM?
13. Какие системы WDM относятся к плотным WDM?
14. Какие системы WDM относятся к сверхплотным WDM?
15. Сколько окон прозрачности рекомендованы МСЭ для освоения?
16. В чем состоит сущность технологии CWDM?
17. В чем состоят принципиальные отличия технологий CWDM и DWDM?
18. Какие требования предъявляются к оптическим мультиплексорам (демультимплексорам)?
19. Какие окна прозрачности предназначены для технологии CWDM?

Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию.

1. Измерительная техника телекоммуникаций включает в себя
 - а) эксплуатационное оборудование
 - б) системное оборудование
 - в) линейное оборудование
 - г) аппаратное оборудование
 - д) рабочее оборудование

2. Основным требованием для системного оборудования является
- Функциональность тестов
 - Возможность интеграции в системы
 - Быстрота и легкость модернизации
 - Удобство эксплуатации
 - Надежность
 - Портативность
3. Основным требованием для эксплуатационного оборудования является
- Функциональность тестов
 - Возможность интеграции в системы
 - Стоимость
 - Удобство эксплуатации
 - Надежность
 - Портативность
4. Технология измерений оптических кабелей включает
- Анализ параметров кабелей ЛВС
 - Измерения параметров волоконно-оптических систем передачи (ВОСП)
 - Анализ дисперсии и спектральный анализ оптического сигнала
 - Анализ расстояния до соответствующей системы передачи
5. В состав ВОСП входят
- оптический передатчик
 - оптический интерфейс
 - оптическое волокно
 - промежуточные станции или ретрансляторы
 - оптический приемник сигнала
 - система передачи
 - аппаратура сопряжения
 - измерительная техника
6. Эксплуатационные измерения делятся на
- профилактические
 - аварийные
 - контрольные
 - рабочие
 - измерительные
7. Какие измерения включают в себя быструю локализацию точек деградации качества кабельной сети?
- аварийные
 - профилактические
 - контрольные
8. Потери излучения являются основным фактором, ограничивающим
- длину регенерационного участка
 - скорость передачи информации
 - используемый уровень системы передачи

9. Наиболее высокие требования предъявляются к
- а) величине потерь в оптическом кабеле
 - б) величине потерь в сварных соединениях волокон
 - в) величине потерь в разъемных соединениях волокон
 - г) величине потерь в местах сколов и неоднородностей

10. По международному стандарту G.652 относительные вариации диаметра модового пятна не превышают

- а) 1%
- б) 5%
- в) 8%
- г) 10%

11. Допустимая величина потерь в сварном соединении

- а) 0,02 дБ
- б) 0,05 дБ
- в) 0,08 дБ
- г) 0,01 дБ

12. Торцевые поверхности одномодовых волокон в оптических разъемах имеют сферическую форму с радиусом закругления 10...25 мм для

- а) РС разъемов
- б) APC разъемов

13. Торцевые поверхности одномодовых волокон в оптических разъемах имеют сферическую форму с радиусом закругления 5...12 мм для

- а) РС разъемов
- б) APC разъемов

14. Для РС разъемов величина коэффициента френелевского отражения от места оптического контакта менее

- а) -35 дБ
- б) -45 дБ
- в) -55 дБ
- г) -85 дБ

15. Для APC разъемов величина коэффициента френелевского отражения от места оптического контакта менее

- а) -35 дБ
- б) -45 дБ
- в) -55 дБ
- г) -85 дБ

Типовой вариант контрольной работы

1. В чём преимущество ВОЛС в сравнении с традиционными линиями связи?
2. В чём преимущество цифровых фотонных технологий перед аналоговыми?
3. Что такое волоконный световод и оптическое волокно?
4. Дайте понятие типа волны (моды).

5. По ММ ВС со ступенчатым ППП, диаметр сердцевины которого d_c , а ПП сердцевины n_1 и оболочки n_2 , осуществляется передача световых волн с длиной волны λ . Длина ВС l .

Таблица 1. Определяемые параметры

№	Требуется определить:
1	Относительный показатель преломления ВС.
2	Числовую апертуру волоконного световода.
3	Критическую длину волны
4	Критическую частоту
5	Нормированную частоту
6	Число мод (типов волн)
7	Погонные потери энергии в материале
8	Погонные потери из-за релеевского рассеяния
9	Погонные потери в инфракрасной области спектра
10	Собственные погонные потери
11	Модовую дисперсию
12	Полосу пропускания ВС
13	Границы изменения фазовой скорости
14	Модовую дисперсию градиентного ВС
15	Полосу пропускания градиентного ВС
16	Сравнить результаты () п.п. 11 и 14
17	Сравнить результаты () п.п. 12 и 15

7.3.2 Промежуточная аттестация

Вопросы к экзамену

Цифровые методы передачи информации.	ПК-8
Плещиохронный метод цифровой передачи.	ПК-8
Обобщенная структурная схема однопролетной волоконнооптической линии связи.	ПК-8
Синхронный метод передачи цифровых сигналов.	ПК-8
Одноволновые ВОСП СЦИ.	ПК-8
Конфигурация ВОСП СЦИ по рек. G.691.	ПК-8
Асинхронный режим переноса сообщений (АТМ).	ПК-8
Компьютерная сеть Ethernet.	ПК-8
Вариант конфигурации сети Ethernet.	ПК-8
Схема организации сети Ethernet городского района.	ПК-8
Всемирная сеть Internet.	ПК-8
Семь уровней (или слоев) информационного взаимодействия.	ПК-8
Основные службы Internet.	ПК-8
Сервис WWW.	ПК-8
Электронная почта (E-mail).	ПК-8
Структурная схема системы передачи с WDM.	ПК-8
Плотное волновое уплотнение, или DWDM.	ПК-8

Типовая конфигурация системы ВОЛС с DWDM.	ПК-8
Спектральным мультиплексированием низкой плотности CWDM.	ПК-8
Сетка длин волн CWDM и DWDM.	ПК-8
Магистральные линии с DWDM.	ПК-8
Промежуточный оптический усилитель.	ПК-8
Конфигурации систем передачи ВОСП с DWDM	ПК-8
Варианты конфигураций ВОСП – СР различных фирм.	ПК-8
Схема промежуточного усилителя для диапазонов С+L.	ПК-8
Назначение и основные характеристики аппаратуры различного уровня.	ПК-8
Способы применения аппаратуры в различных сетях	ПК-8
Концепция «последней мили» или волокна в дом.	ПК-8
Определения оптических сетей доступа, их топология (архитектура), параметры и состав оборудования.	ПК-8
Пассивные оптические сети (ПОС (PON)).	ПК-8
Варианты волоконно-оптической технологии доступа (точка-точка, кольцо, дерево с активными узлами, дерево с пассивным оптическим разветвлением).	ПК-8
Транспорт ячеек АТМ в дереве PON. Стандарты PON.	ПК-8

Типовой вариант билета

по дисциплине «Волоконная оптика в системах связи»

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
 УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 (МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Дисциплина «Волоконная оптика в системах связи»
 Курс 4, семестр 7

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ

1. Обобщенная структурная схема однопролетной волоконнооптической линии связи.
2. Магистральные линии с DWDM.
3. Определите режим работы ВС с параметрами: $a=15\text{мкм}$, $n_1=1,450$, $n_2=1,447$, $\lambda=0,87\text{МКМ}$.