



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (Школа)

«СОГЛАСОВАНО»
Руководитель ОП

(подпись)

Стаценко Л. Г.

(Ф.И.О.)

« 27 » января 2021 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор департамента электроники,
телекоммуникации и приборостроения

(подпись)

Стаценко Л. Г.

(Ф.И.О.)

« 27 » января 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Оптические и микроволновые линии связи

**Направление подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи
(Системы радиосвязи и радиодоступа)**

Форма подготовки очная

курс 4 семестр 7

лекции 18 час.

практические занятия 36 час.

лабораторные работы не предусмотрены

в том числе с использованием МАО лек. 00 / пр. 00 / лаб. 00 час.

всего часов аудиторной нагрузки 54 час.

в том числе с использованием МАО 00 час.

самостоятельная работа 90 час.

в том числе на подготовку к экзамену 00 час.

контрольные работы (количество) 3

курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены

зачет 7 семестр

экзамен не предусмотрено

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи** утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 19.09.2017 г. №930.

Рабочая программа обсуждена на заседании департамента электроники, телекоммуникации и приборостроения
протокол № 7 от « 27 » января 2021 г.

Директор департамента: д.ф.-м.н., проф. Стаценко Л. Г.

Составитель (ли): к.т.н. Пашенко М. С.

Владивосток
2021

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

III. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

Цели и задачи освоения дисциплины:

Цель: изучение студентами общих принципов построения и функционирования оптических и микроволновых линий связи, принципов организации и расчета параметров цифровых волоконно-оптических линейных трактов (ОЛТ), методов расчета параметров каналов и групповых трактов, организованных посредством оптических линий связи, а также вопросов их технической эксплуатации. Также целью преподавания дисциплины является ознакомление студентов с российскими и международными стандартами в области телекоммуникаций и перспективами развития оптических цифровых телекоммуникационных систем.

Задачи:

- научить выполнять аналитические расчеты и экспериментальные исследования элементов, узлов и модулей оптических линий связи для различных технических задач;
- научить определять параметры и характеристики волоконно-оптических линий связи (ВОЛС);
- сформировать знания и навыки, позволяющие осуществлять проектирование, монтаж и техническое обслуживание ВОЛС.

Для успешного изучения дисциплины «Оптические и микроволновые линии связи» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- умение осуществлять планирование, анализ, самооценку своей деятельности;
- умение самостоятельно искать, извлекать, систематизировать, анализировать и отбирать необходимую для решения учебных задач информацию, организовывать, преобразовывать, сохранять и передавать ее;
- умение работать со справочной литературой, инструкциями;
- умение оформлять результаты своей деятельности, представлять их на современном уровне;
- владение навыками использования информационных устройств;
- умение применять для решения учебных задач информационные и телекоммуникационные технологии.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Научно-исследовательский	ПК-2 Способен организовывать и проводить экспериментальные испытания с целью оценки качества предоставляемых услуг, соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов	ПК-2.1 Работает с различными информационными системами и базами данных ПК-2.2 Обрабатывает информацию с использованием современных технических средств

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-2.1 Работает с различными информационными системами и базами данных	Знает правила работы с различными информационными системами и базами данных, использует их для выбора, построения и анализа функционирования основных узлов ВОЛС
	Умеет выбирать необходимые исходные данные и проводить расчеты наиболее важных параметров аппаратуры и линейных трактов ВОЛС, применяя информационные системы и базы данных
	Владеет навыками сбора, анализа и обработки статистической информации с целью оценки качества предоставляемых услуг связи по ВОЛС, соответствия требованиям технических регламентов телекоммуникационного оборудования
ПК-2.2 Обрабатывает информацию с использованием современных технических средств	Знает имеющиеся современные технические (аппаратные и программные) средства для проектирования и оценки функционирования ВОЛС
	Умеет использовать современные технические средства для проведения расчетов параметров аппаратуры и линейных трактов ВОЛС
	Владеет навыками применения современных технических средств при разработке и эксплуатации ВОЛС, а также при проектировании новых перспективных телекоммуникационных систем

Трудоёмкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 академических часа).

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Пр	Практические работы
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной и текущей аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Контроль	
1	Волоконно-оптические линии связи	7	18	-	36	-	90	-	ПР-2
	Итого:		18	-	36	-	90	-	

Дисциплина «Оптические и микроволновые линии связи» базируется на подготовке, которую студенты получают при изучении дисциплин: «Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей», «Антенно-фидерные устройства систем радиосвязи», «Электроника».

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лекционные занятия (18 час.)

Тема 1. Основные задачи техники цифровых оптических систем передачи и их место в сети связи (1,5 часа)

Эффективное использование ВОЛС, создание каналов и трактов передачи, соответствующих современным требованиям. Краткие сведения о Взаимоувязанной сети связи (ВСС) Российской Федерации. Структура цифровых оптических систем передачи.

Тема 2. Структура оптических цифровых телекоммуникационных систем (1,5 часа)

Обобщенная структурная схема ВОЛС. Понятие оптического линейного тракта. Структура информационного оборудования оконечной и

промежуточной станций оптического линейного тракта. Одноволоконные и двухволоконные схемы организации двухсторонней связи.

Тема 3. Цифровые волоконно-оптические линейные тракты (ОЛТ) (1,5 часа)

Особенности передачи сигналов электросвязи по оптическим линейным трактам, методы модуляции и демодуляции оптической несущей. Структура цифровых волоконно-оптических линейных трактов. Многоствольные линейные тракты с временным и спектральным разделением стволов. Стыки ВОЛС и цифровых каналов и трактов передачи.

Тема 4. Линейные коды ВОЛС и оценка их параметров (1,5 часа)

Требования к линейным кодам ВОЛС. Типы линейных кодов ВОЛС и их формирование. Оценка параметров линейных кодов: избыточность, текущая цифровая сумма, диспаратность, энергетический спектр.

Тема 5. Регенерация сигналов в ВОЛС (2 часа)

Принципы регенерации цифровых оптических сигналов. Помехи и искажения в каналах и трактах ВОЛС. Структура линейного регенератора ВОЛС. Применение оптических усилителей на участках регенерации. Помехоустойчивость линейного регенератора ВОЛС при двухуровневом линейном кодировании. Оценка помехоустойчивости регенератора с использованием глаз - диаграммы.

Тема 6. Нормирование параметров и расчет длины участка регенерации ВОЛС (2 часа)

Основные рекомендации МСЭ-Т в области цифровой оптической связи. Распределение ошибок на национальных и международных участках цифровой сети, расчет удельного коэффициента ошибок. Нормирование фазовых флуктуаций. Энергетический потенциал ВОЛС. Расчет длины участка регенерации ВОЛС при ограничении затуханием и дисперсионными искажениями.

Тема 7. Аппаратура ВОЛС (1,5 часа)

Аппаратура ВОЛС для местного, внутризонального и магистрального участков сети плезиохронной иерархии. Функциональные модули аппаратуры ВОЛС синхронной цифровой иерархии: мультиплексоры, регенераторы, коммутаторы и др.

Тема 8. Основы проектирования оптических цифровых линий передачи (1,5 часа)

Исходные данные для проектирования. Этапы проектирования. Состав рабочего проекта: общая пояснительная записка, сметная документация, рабочие чертежи. Нормативная база проектирования.

Тема 9. Спектральное уплотнение (2 часа)

Принцип спектрального уплотнения. Схема спектрального уплотнения рекомендованная МСЭ-Т. Требования к узлам схемы. Основные узлы схемы: транспондеры, оптические мультиплексоры, усилители. Технологии CWDM и DWDM. Частотный план. Эталонные цепи.

Тема 10. Основы технической эксплуатации ВОЛС. Перспективные оптические телекоммуникационные системы (3 часа)

Общие принципы организации, методы и виды технического обслуживания. Основные показатели технического обслуживания. Основные положения по обеспечению надежности оборудования ВОЛС. Контроль показателей качества функционирования ВОЛС. Понятие об автоматизированной системе оперативно-технического обслуживания. Особенности технической эксплуатации ВОЛС синхронной иерархии. Когерентные волоконно-оптические системы передачи. Принципы построения фотонных телекоммуникационных сетей. Понятие о солитонных волоконнооптических линиях.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Практические занятия (36 час.)

Занятие 1. Физика света. Световые волны в веществе и на границе раздела сред (4 часа)

Занятие 2. Оптическое волокно. Характеристики и параметры (4 часа)

Занятие 3. Дисперсионные характеристики оптического волокна (4 часа)

Занятие 4. Число мод в оптических волокнах (4 часа)

Занятие 5. Потери в волоконных световодах (4 часа)

Занятие 6. Длина регенерационного участка (4 часа)

Занятие 7. Светоизлучающие и лазерные полупроводниковые диоды (4 часа)

Занятие 8. Фоточувствительные элементы (4 часа)

Занятие 9. Расчет параметров элементов ВОЛС (4 часа)

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Оптические и микроволновые линии связи» включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1-6 недели семестра	Подготовка к контрольной работе 1	20 час.	Контрольная работа (ПР-2)
2	7-12 недели семестра	Подготовка к контрольной работе 2	20 час.	Контрольная работа (ПР-2)
3	13-17 недели семестра	Подготовка к контрольной работе 3	20 час.	Контрольная работа (ПР-2)
4	18 неделя семестра	Подготовка к зачету	30 час.	Зачет
Итого			90 час.	

Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Успешное освоение дисциплины основывается на систематической повседневной работе обучающегося. Самостоятельная работа предполагает работу с литературой, нормативными документами, интернет-ресурсами, предложенными преподавателем, а также посещение консультаций, проводимых преподавателем. Систематизация материала может проводиться в виде конспектов, табличном варианте и другими способами, удобными для обучающегося.

Методические указания к выполнению практической работы

Практическая работа – вид учебного занятия, направленный на углубление и закрепление теоретических знаний и приобретение практических навыков. Практические работы являются неотъемлемой частью изучения дисциплины «Оптические и микроволновые линии связи».

Для каждой работы разработаны методические указания, в которых приведены цель работы, содержание работы, варианты заданий, методические указания и контрольные вопросы.

В конце каждой практической работы выполненное задание предъявляется по требованию преподавателя для защиты. В процессе защиты предлагается ответить на контрольные вопросы.

Методические указания по подготовке к зачету

Обучающийся должен своевременно выполнять задания, выданные на практических занятиях, текущие контрольные работы и защищать их во время занятий или на консультации.

Для каждой практической работы приведены контрольные вопросы. Эти вопросы предназначены для самостоятельного оценивания обучающихся по результатам выполнения работ. Для подготовки к практическим занятиям требуется изучение лекционного материала, уверенное знание ответов на контрольные вопросы для закрепления материала. Для выполнения работ и подготовки их к сдаче возможно использовать в качестве вспомогательной литературы методические указания по выполнению практических работ.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуто чная аттестация
1	Эффективное ис- пользование ВОЛС, создание каналов и трактов	ПК-2.1 Работает с различными информационн	Знает правила работы с различными информационным	ПР-2 контрольная работа	

<p>передачи, соответствующих современным требованиям. Краткие сведения о Взаимоуязвленной сети связи Российской Федерации. Структура цифровых оптических систем передачи.</p> <p>Обобщенная структурная схема ВОЛС. Понятие оптического линейного тракта. Структура информационного оборудования оконечной и промежуточной станций оптического линейного тракта. Одноволоконные и двухволоконные схемы организации двухсторонней связи.</p> <p>Особенности передачи сигналов электросвязи по оптическим линейным трактам, методы модуляции и демодуляции оптической несущей. Структура цифровых волоконно-оптических линейных трактов. Многоствольные линейные тракты с временным и спектральным разделением стволов. Стыки ВОЛС и цифровых каналов и трактов передачи.</p>	<p>ыми системами и базами данных</p> <p>ПК-2.2 Обработывает информацию с использованием современных технических средств</p>	<p>и системами и базами данных, использует их для выбора, построения и анализа функционирования основных узлов ВОЛС, поиска нормативных документов, регламентирующих требования по организации ВОЛС; знает основные особенности передачи сигналов электросвязи по оптическим линиям.</p>		<p>Вопросы к зачёту 1-16</p>
		<p>Умеет использовать современные технические средства для проведения расчетов параметров аппаратуры и линейных трактов ВОЛС.</p>	<p>ПР-2 контрольная работа</p>	
		<p>Владеет навыками применения современных технических средств при разработке и эксплуатации ВОЛС, при создании каналов и трактов передачи, соответствующих современным требованиям</p>	<p>ПР-2 контрольная работа</p>	

2	<p>Требования к линейным кодам ВОЛС. Типы линейных кодов ВОЛС и их формирование.</p> <p>Оценка параметров линейных кодов: избыточность, текущая цифровая сумма, диспаритетность, энергетический спектр.</p> <p>Принципы регенерации цифровых оптических сигналов. Помехи и искажения в каналах и трактах ВОЛС. Структура линейного регенератора ВОЛС. Применение оптических усилителей на участках регенерации. Помехоустойчивость линейного регенератора ВОЛС при двухуровневом линейном кодировании.</p> <p>Оценка помехоустойчивости регенератора с использованием глаз - диаграммы. Основные рекомендации МСЭ-Т в области цифровой оптической связи.</p> <p>Распределение ошибок на национальных и международных участках цифровой сети, расчет удельного коэффициента ошибок. Нормирование</p>	<p>ПК-2.1</p> <p>Работает с различными информационными системами и базами данных</p>	<p>Знает имеющиеся современные технические (аппаратные и программные) средства для оценки функционирования ВОЛС;</p> <p>принципы и технические средства, применяемые для регенерации сигналов в ВОЛС;</p> <p>современные модули аппаратуры ВОЛС.</p>	<p>ПР-2</p> <p>контрольная работа</p>	<p>Вопросы к зачёту 17-32</p>
		<p>ПК-2.2</p> <p>Обрабатывает информацию с использованием современных технических средств</p>	<p>Умеет выбирать необходимые исходные данные и проводить расчеты помехоустойчивости линейных трактов ВОЛС, применяя современные информационные системы;</p> <p>производить поиск нормативных документов в области цифровой оптической связи.</p>	<p>ПР-2</p> <p>контрольная работа</p>	
			<p>Владеет навыками сбора, анализа и обработки статистической информации с целью оценки качества предоставляемых услуг связи по ВОЛС, соответствия требованиям технических регламентов телекоммуникации</p>	<p>ПР-2</p> <p>контрольная работа</p>	

	<p>фазовых флуктуаций. Энергетический потенциал ВОЛС. Расчет длины участка регенерации ВОЛС при ограничении затуханием и дисперсионными искажениями. Аппаратура ВОЛС для местного, внутризонового и магистрального участков сети плезиохронной иерархии. Функциональные модули аппаратуры ВОЛС синхронной цифровой иерархии: мультиплексоры, регенераторы, коммутаторы и др.</p>		<p>онного оборудования.</p>		
3	<p>Исходные данные для проектирования. Этапы проектирования. Состав рабочего проекта: общая пояснительная записка, сметная документация, рабочие чертежи. Нормативная база проектирования. Принцип спектрального уплотнения. Схема спектрального уплотнения рекомендованная МСЭ-Т. Требования к узлам схемы. Основные узлы схемы: транспондеры, оптические мультиплексоры, усилители. Технологии CWDM и</p>	<p>ПК-2.1 Работает с различными информационными системами и базами данных</p>	<p>Знает имеющиеся современные программные средства для проектирования ВОЛС, правила работы с различными информационным и системами для проектирования и анализа функционирования ВОЛС; знает общие принципы организации, методы и виды технического обслуживания ВОЛС.</p>	<p>ПР-2 контрольная работа</p>	<p>Вопросы к зачёту 33-46</p>
		<p>ПК-2.2 Обрабатывает информацию с использованием современных технических средств</p>			

<p>DWDM. Частотный план. Эталонные цепи. Общие принципы организации, методы и виды технического обслуживания. Основные показатели технического обслуживания. Основные положения по обеспечению надежности оборудования ВОЛС. Контроль показателей качества функционирования ВОЛС. Понятие об автоматизированной системе оперативно-технического обслуживания. Особенности технической эксплуатации ВОЛС синхронной иерархии. Когерентные волоконно-оптические системы передачи. Принципы построения фотонных телекоммуникационных сетей. Понятие о солитонных волоконнооптических линиях.</p>		<p>аппаратуры и линейных трактов при проектировании ВОЛС, применяя современные информационные системы и базы данных; осуществлять поиск документации по техническому обслуживанию ВОЛС; выполнять контроль показателей качества функционирования ВОЛС.</p>		
		<p>Владеет навыками сбора, анализа и обработки статистической информации с целью оценки функционирования ВОЛС, определения необходимости проведения ТО; навыками применения современных технических средств при разработке, техническом обслуживании и эксплуатации ВОЛС.</p>		

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие результаты обучения, представлены в Приложении.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Ефанов В.И. Электрические и волоконно-оптические линии связи [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.И. Ефанов. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 149 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14032.html>

2. Енгибарян И.А. Волоконно-оптические линии связи [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.А. Енгибарян, В.В. Зуев. — Электрон. текстовые данные. — Ростов-на-Дону: Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, 2012. — 152 с. — Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks-61294&theme=FEFU>

3. Скляр, О. К. Волоконно-оптические сети и системы связи [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / О. К. Скляр. — Электрон. текстовые данные. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 268 с. — Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=Lan:Lan-166347&theme=FEFU>

Дополнительная литература

1. Данилов В.А. Теоретические основы техники связи [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Данилов, Ю.В. Жабинский, В.Л. Львов. — Электрон. текстовые данные. — Ростов-на-Дону: Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, 2016. — 213 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61314.html>

2. Росляков А.В. Сети связи [Электронный ресурс] : учебное пособие по дисциплине «Сети связи и системы коммутации» / А.В. Росляков. — Электрон. текстовые данные. — Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 165 с. — Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks-75406&theme=FEFU>

3. Варданян В.А. Расчет характеристических параметров компонентов волоконно-оптических систем связи [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В.А. Варданян. — Электрон. текстовые данные. —

Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2015. — 38 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45486.html>

4. Сеницын Ю.И. Волоконно-оптические линии связи в компьютерных сетях и телекоммуникациях [Электронный ресурс]: методические указания к практическим и лабораторным занятиям / Сеницын Ю.И. — Электрон. текстовые данные. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 142 с. — Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks-50050&theme=FEFU>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Научная библиотека ДВФУ <https://www.dvfu.ru/library/>
2. «eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
3. Электронный фонд правовой и нормативной документации <http://docs.cntd.ru/>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

1. Пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF Adobe Acrobat XI Pro
2. Пакет программного обеспечения Microsoft Office (Word, Power Point, Excel)
3. Система автоматизированного проектирования AutoCAD Electrical 2015

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
2. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
3. Электронные базы данных EBSCO <http://search.ebscohost.com/>

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Для изучения дисциплины «Оптические и микроволновые линии связи»

обучающимся предлагаются лекционные и практические занятия. Обязательным элементом является также самостоятельная работа. Из общих учебных часов 90 часов отводится на самостоятельную работу студента. В рамках часов, выделенных на самостоятельную работу, студент должен производить подготовку к рейтинговым и зачетным проверкам, а также изучать темы, отведенные преподавателем на самостоятельное изучение. Помимо различных методических указаний и списка рекомендуемой литературы обучающийся должен обсуждать возникающие у него вопросы на консультациях, назначаемых преподавателем.

Примерное распределение времени самостоятельной работы, которое студент должен отводить на тот или иной вид занятий: закрепление лекционного материала – 15%, подготовка к практическим занятиям – 30%, подготовка к контрольным работам – 30%, подготовка к зачёту – 25%. Тем не менее, учитывая особенности каждого студента, указанные часы могут варьироваться.

Дисциплину рекомендуется изучать по плану занятий. Обучающийся должен своевременно выполнять задания, выданные на практических занятиях и защищать их во время занятий или на консультации.

Для каждой практической работы приведены контрольные вопросы. Эти вопросы предназначены для самостоятельного оценивания обучающихся по результатам выполнения работ. Для подготовки к практическим занятиям требуется изучение лекционного материала, уверенное знание ответов на контрольные вопросы для закрепления материала.

При подготовке к лекциям обучающийся изучает план лекционного материала, рекомендованную и дополнительную литературу.

К зачёту обучающийся должен отчитаться по всем практическим и контрольным работам. Темы, рассмотренные на лекционных занятиях, но не отраженные в практических работах, закрепляются обучающимся во время самостоятельной работы.

При подготовке к зачёту необходимо повторить учебный материал, используя конспект лекций, основную и дополнительную литературу, при необходимости посещать консультации. Зачет может быть принят как в форме ответа на вопросы билета, так и засчитываться по результатам рейтинга.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p>690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, поселок Аякс, 10, корпус Е, ауд. Е 727.</p> <p>Учебная аудитория для проведения практических работ.</p>	<p>Оборудование: ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA – 1 шт. Доска аудиторная. Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 15 шт. Подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF AVervision; подсистема видеокмутации.</p>	<p>Операционная система Windows 7, интегрированный пакет прикладных программ Microsoft Office 2010, САПР AutoCAD Electrical 2015.</p>
<p>690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, поселок Аякс, 10, корпус Е, ауд. Е 729.</p> <p>Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p>	<p>Оборудование: ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA – 1 шт. Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 1 шт. Доска аудиторная. Подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF AVervision; подсистема видеокмутации.</p>	<p>Операционная система Windows 7, интегрированный пакет прикладных программ Microsoft Office 2010.</p>

Для проведения учебных занятий по дисциплине, а также для организации самостоятельной работы студентам доступно специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ.

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.

VIII. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонды оценочных средств представлены в приложении.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «**Оптические и микроволновые линии связи**»
Направление подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии
и системы связи
Профиль «**Системы радиосвязи и радиодоступа**»
Форма подготовки очная

Владивосток
2021

Перечень форм оценивания, применяемых на различных этапах формирования компетенций в ходе освоения дисциплины / модуля

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства - наименование		
				текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	<p>Эффективное использование ВОЛС, создание каналов и трактов передачи, соответствующих современным требованиям. Краткие сведения о Взаимоуязвленной сети связи Российской Федерации. Структура цифровых оптических систем передачи.</p> <p>Обобщенная структурная схема ВОЛС. Понятие оптического линейного тракта. Структура информационного оборудования оконечной и промежуточной станций оптического линейного тракта. Одноволоконные и двухволоконные схемы организации двухсторонней связи.</p> <p>Особенности передачи сигналов электросвязи по оптическим линейным трактам, методы модуляции и демодуляции оптической</p>	<p>ПК-2.1 Работает с различными информационными системами и базами данных</p> <p>ПК-2.2 Обрабатывает информацию с использованием современных технических средств</p>	<p>Знает правила работы с различными информационными системами и базами данных, использует их для выбора, построения и анализа функционирования основных узлов ВОЛС, поиска нормативных документов, регламентирующих требования по организации ВОЛС; знает основные особенности передачи сигналов электросвязи по оптическим линиям.</p>	<p>ПР-2 контрольная работа</p>	<p>Вопросы к зачёту 1-16</p>	
			<p>Умеет использовать современные технические средства для проведения расчетов параметров аппаратуры и линейных трактов ВОЛС.</p>			<p>ПР-2 контрольная работа</p>
			<p>Владеет навыками применения современных технических средств при</p>			<p>ПР-2 контрольная работа</p>

	несущей. Структура цифровых волоконно-оптических линейных трактов. Многоствольные линейные тракты с временным и спектральным разделением стволов. Стыки ВОЛС и цифровых каналов и трактов передачи.		разработке и эксплуатации ВОЛС, при создании каналов и трактов передачи, соответствующих современным требованиям		
2	Требования к линейным кодам ВОЛС. Типы линейных кодов ВОЛС и их формирование. Оценка параметров линейных кодов: избыточность, текущая цифровая сумма, диспаритетность, энергетический спектр. Принципы регенерации цифровых оптических сигналов. Помехи и искажения в каналах и трактах ВОЛС. Структура линейного регенератора ВОЛС. Применение оптических усилителей на участках регенерации. Помехоустойчивость линейного регенератора ВОЛС при двухуровневом линейном кодировании. Оценка помехоустойчивости регенератора с использованием	ПК-2.1 Работает с различными информационными системами и базами данных	Знает имеющиеся современные технические (аппаратные и программные) средства для оценки функционирования ВОЛС; принципы и технические средства, применяемые для регенерации сигналов в ВОЛС; современные модули аппаратуры ВОЛС.	ПР-2 контрольная работа	Вопросы к зачёту 17-32
		ПК-2.2 Обрабатывает информацию с использованием современных технических средств			
		глаз -	Владеет навыками	ПР-2	

	<p>диаграммы. Основные рекомендации МСЭ-Т в области цифровой оптической связи. Распределение ошибок на национальных и международных участках цифровой сети, расчет удельного коэффициента ошибок. Нормирование фазовых флуктуаций. Энергетический потенциал ВОЛС. Расчет длины участка регенерации ВОЛС при ограничении затуханием и дисперсионными искажениями. Аппаратура ВОЛС для местного, внутризонового и магистрального участков сети плезиохронной иерархии. Функциональные модули аппаратуры ВОЛС синхронной цифровой иерархии: мультиплексоры, регенераторы, коммутаторы и др.</p>		<p>сбора, анализа и обработки статистической информации с целью оценки качества предоставляемых услуг связи по ВОЛС, соответствия требованиям технических регламентов телекоммуникационного оборудования.</p>	<p>контрольная работа</p>	
3	<p>Исходные данные для проектирования. Этапы проектирования. Состав рабочего проекта: общая пояснительная записка, сметная документация, рабочие чертежи. Нормативная база проектирования. Пр</p>	<p>ПК-2.1 Работает с различными информационными системами и базами данных</p> <p>ПК-2.2 Обработывает информацию с использованием</p>	<p>Знает имеющиеся современные программные средства для проектирования ВОЛС, правила работы с различными информационными системами для проектирования и анализа</p>	<p>ПР-2 контрольная работа</p>	<p>Вопросы к зачёту 33-46</p>

<p>инцип спектрального уплотнения. Схема спектрального уплотнения рекомендованная МСЭ-Т. Требования к узлам схемы. Основные узлы схемы: транспондеры, оптические мультиплексоры, усилители. Технологии CWDM и DWDM. Частотный план. Эталонные цепи. Общие принципы организации, методы и виды технического обслуживания. Основные показатели технического обслуживания. Основные положения по обеспечению надежности оборудования ВОЛС. Контроль показателей качества функционирования ВОЛС. Понятие об автоматизированной системе оперативно-технического обслуживания. Особенности технической эксплуатации ВОЛС синхронной иерархии. Когерентные волоконно-оптические системы передачи. Принципы построения фотонных телекоммуникационных сетей. Понятие о солитонных</p>	<p>м современных технических средств</p>	<p>функционирования ВОЛС; знает общие принципы организации, методы и виды технического обслуживания ВОЛС.</p>		
		<p>Умеет выбирать необходимые исходные данные и проводить расчеты параметров аппаратуры и линейных трактов при проектировании ВОЛС, применяя современные информационные системы и базы данных; осуществлять поиск документации по техническому обслуживанию ВОЛС; выполнять контроль показателей качества функционирования ВОЛС.</p>	<p>ПР-2 контрольная работа</p>	
		<p>Владеет навыками сбора, анализа и обработки статистической информации с целью оценки функционирования ВОЛС, определения необходимости проведения ТО; навыками применения современных технических средств при разработке, техническом</p>		<p>ПР-2 контрольная работа</p>

	волоконнооптиче- ских линиях.		обслуживании и эксплуатации ВОЛС.		
--	----------------------------------	--	-----------------------------------------	--	--

Для дисциплины «Оптические и микроволновые линии связи» используются следующие оценочные средства:

Письменные работы:

1. Контрольная работа (ПР-2)

Письменные работы

Письменный ответ приучает к точности, лаконичности, связности изложения мысли. Письменная проверка используется во всех видах контроля и осуществляется как в аудиторной, так и во внеаудиторной работе.

Контрольная работа (ПР-2) – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Итоговая оценка промежуточной аттестации выставляется согласно рейтинг-плану, который включает в себя оценочные мероприятия, в том числе и экзамен/зачет, и весовые коэффициенты. Преподаватель знакомит студентом с рейтинг-планом в начале семестра.

Оценочные средства для текущей аттестации

Текущая аттестация по дисциплине «Оптические и микроволновые линии связи» проводится в форме контрольных мероприятий (контрольных работ (ПР-2)) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Вопросы к контрольной работе №1

Каждый вариант содержит 3 вопроса из списка:

1. Особенности аналоговых ВОЛС.

2. Особенности цифровых ВОЛС и применяемые в них виды модуляции.
3. Классификация потерь соединения оптических волокон.
4. Понятие числовой апертуры, формула для ее определения, пределы численных значений для современных ОВ.
5. В чём преимущество неразъёмных оптических соединений?
6. Типы устройств для повышения качества соединений ОВ.
7. Классификация оптических аттенюаторов и их параметры.
8. Какие принципы используются при создании оптических аттенюаторов?
9. Почему при включении фиксированного аттенюатора в оптический тракт вносимые потери оказываются больше указанных на нём?
10. Для чего нужен источник?
11. Назовите два основных вида источников в волоконной оптике.
12. Что изучается при рекомбинации электрона с дыркой в полупроводнике?

Вопросы к контрольной работе №2

Каждый вариант содержит 3 вопроса из списка:

1. Перечислите три характеристики лазерного излучения, отличающие его от излучения светодиода.
2. Как выражаются потери, связанные с рассогласованием апертур источника и волокна?
3. Назовите два типа волоконно-оптических источников.
4. Для чего служит детектор?
5. Назовите вид шума, возникающего из-за дискретности потока электронов.
6. Назовите вид шума, возникающего из-за температурных флюктуаций в сопротивлении нагрузки.
7. Назовите два фактора, ограничивающих время ответа детектора.
8. Назовите два наиболее распространённых типа принимающих цепей.
9. Какова цель использования разъёмных и неразъёмных соединений?
10. Какую роль играет механизм фиксирования ориентации волокна в соединителях?

Вопросы к контрольной работе №3

Каждый вариант содержит 3 вопроса из списка:

1. Назовите три источника внутренних потерь в соединении.
2. Назовите три источника внешних потерь в соединении.
3. Что означает измерение потерь включения? Как проводится замирение в таких текстах?
4. Назовите два метода, допускающих скол хорошего качества.
5. Назовите два вида основных разветвителей.
6. Нарисуйте схему трехпортового направленного разветвителя.
7. Опишите и нарисуйте схему работы центрально-симметричного оптического устройства.
8. Какая разница между сквозным и отражающим типом разветвителей, имеющих топологию типа звезда?
9. В чём различие использования волоконно-оптического коммутатора и пассивного разветвителя?
10. Какой допустимый радиус изгиба меньше: при прокладке или при эксплуатации?
11. Какая допустимая растягивающая нагрузка максимальная: при прокладке или при эксплуатации?
12. Назовите три наиболее распространённых вида локальных сетей и приведите их максимальные скорости передачи данных.
13. Какой наиболее распространённый размер волокна, используемого в локальных сетях?

Критерии оценки контрольной работы

Оценка	Требования
<i>«зачтено»</i>	Студент отвечает на все вопросы контрольной работы в полном объёме, развёрнуто, демонстрирует уверенное знание материала. Допускаются одна-две несущественные ошибки.
<i>«не зачтено»</i>	Студент отвечает на вопросы не полностью, показывает неуверенное владение материалом; в ходе ответа на вопросы допущены грубые ошибки. Контрольная работа не выполнена.

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Оптические и микроволновые линии связи» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Форма отчётности по дисциплине – зачёт (7 семестр). Перечень вопросов для подготовки к зачёту представлен ниже. Задание к зачёту содержит три вопроса – по одному из каждого раздела курса. Таким образом, студент должен показать знания

физических процессов, используемых в работе ВОЛС, характеристик и параметров узлов ВОЛС и особенностей их применения, основных моментов проектирования и технического обслуживания ВОЛС. Для получения положительной оценки на зачёте, кроме ответа на вопросы, необходимо защитить все контрольные работы и получить положительные оценки на практических занятиях.

Методические указания по сдаче зачёта

Зачёт принимается ведущим преподавателем. Форма проведения зачёта – письменный ответ на вопросы. Во время проведения зачёта студенты могут пользоваться рабочей программой дисциплины. С разрешения преподавателя возможно использование справочной литературы, учебников, методических указаний, а в некоторых случаях и собственного конспекта лекций.

Критерии выставления оценки студенту на зачете

К зачету допускаются студенты, выполнившие программу обучения по дисциплине и прошедшие все этапы текущей аттестации.

Оценка	Требования
<i>«зачтено»</i>	Студент показал развернутый ответ, представляющий собой связное, логическое, последовательное раскрытие поставленного вопроса, широкое знание литературы. Студент обнаружил понимание материала, обоснованность суждений, способность применить полученные знания на практике. Допускаются некоторые неточности в ответе, которые студент исправляет самостоятельно.
<i>«не зачтено»</i>	Студент обнаруживает незнание большей части проблем, связанных с изучением вопроса, допускает ошибки в ответе, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Данная оценка характеризует недостатки в подготовке студента, которые являются серьезным препятствием к успешной профессиональной и научной деятельности.

Вопросы к зачёту

1. Роль и место ОЦТС на сети связи.
2. Основные задачи техники цифровых оптических систем передачи.
3. Назначение КОО в ВОЛС.
4. Назначение ОС в ВОЛС.

5. Назначение ОЛТ.
6. Одноволоконные и двухволоконные системы организации двухсторонней связи.
7. Определение понятия цикла передачи. Структура цикла передачи первичной цифровой системы передачи. Сверхцикл передачи.
8. Способы объединения цифровых потоков. Синхронное объединение потоков, понятие о временном сдвиге, структура оборудования синхронного временного группообразования (ВГ).
9. Асинхронное объединение потоков, понятие о временной неоднородности, одно и двухстороннее согласование скоростей передачи объединяемых потоков.
10. Структура оборудования при двухстороннем согласовании скоростей.
11. Система команд при двустороннем согласовании. Фазовые флуктуации при ВГ.
12. Особенности передачи сигналов электросвязи по оптическим линейным трактам.
13. Методы модуляции и демодуляции оптической несущей.
14. Структура цифровых волоконно-оптических линейных трактов.
15. Многоствольные линейные тракты с временным и спектральным разделением стволлов.
16. Стыки цифровых каналов и трактов передачи.
17. Требования к линейным кодам ВОЛС;
18. Типы линейных кодов ВОЛС и их формирование;
19. Оценка параметров линейных кодов: избыточность, текущая цифровая сумма, диспаритетность, энергетический спектр.
20. Принципы регенерации цифровых оптических сигналов.
21. Помехи и искажения в каналах и трактах ВОЛС.
22. Структура линейного регенератора ВОЛС.
23. Применение оптических усилителей на участках регенерации.
24. Помехоустойчивость линейного регенератора ВОЛС при двухуровнево линейном кодировании.
25. Оценка помехоустойчивости регенератора с использованием глаз-диаграммы.
26. Основные рекомендации МСЭ-Т в области цифровой оптической связи.
27. Распределение ошибок на национальных и международных участках цифровой сети, расчет удельного коэффициента ошибок.
28. Нормирование фазовых флуктуаций.

29. Энергетический потенциал ВОЛС.
30. Расчет длины участка регенерации ВОЛС при ограничении затуханием и дисперсионными искажениями. Перечислите три конструкции разъемов источников, приводящие к повышению эффективности ввода света в волокно.
31. Аппаратура ВОЛС для местного, внутризонального и магистрального участков сети плезиохронной иерархии.
32. Функциональные модули аппаратуры ВОЛС синхронной цифровой иерархии: мультиплексоры, регенераторы, коммутаторы и др.
33. Исходные данные для проектирования ВОЛС. Этапы проектирования.
34. Состав рабочего проекта: общая пояснительная записка, сметная документация, рабочие чертежи.
35. Нормативная база проектирования.
36. Схема спектрального уплотнения. Основные требования.
37. Частотные планы.
38. Классификация систем со спектральным уплотнением.
39. Эталонные цепи.
40. Технология DWDM.
41. Технология CWDM.
42. Основные узлы технологии спектрального уплотнения (активные и пассивные). Требования. Принцип работы.
43. Общие принципы организации, методы и виды технического обслуживания. Основные показатели технического обслуживания.
44. Когерентные волоконно-оптические линии связи.
45. Принципы построения фотонных телекоммуникационных сетей.
46. Понятие о солитонных волоконно-оптических линиях.