

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор


Иванов А.Г.
«30» _____ 2017 г.
подпись



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.07 ОПТИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЯЮЩИЕ СРЕДЫ

(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки / специальность

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль) / специализация

Оптические системы и сети связи

(наименование направленности (профиля) специализации)

Программа подготовки

академическая

(академическая /прикладная)

Форма обучения

очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация (степень) выпускника

бакалавр

(бакалавр, магистр, специалист)

Краснодар 2017

Рабочая программа дисциплины Б1.В.07 «Оптические направляющие среды» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, профиль «Оптические системы и сети связи».

Программу составил:

В.С. Дорош,
доцент кафедры оптоэлектроники


подпись

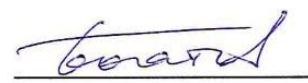
Рабочая программа дисциплины Б1.В.07 «Оптические направляющие среды» утверждена на заседании кафедры оптоэлектроники ФТФ, протокол № 8 от 11 мая 2017 г.

Заведующий кафедрой оптоэлектроники
д-р техн. наук, профессор Яковенко Н.А.


подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета, протокол № 6 от 04 мая 2017 г.

Председатель УМК ФТФ
д-р физ.-мат. наук, профессор Богатов Н.М.


подпись

Рецензенты:

Абрамов Д.Е., канд. хим. наук, директор ООО «Ресурс»,

Исаев В.А., д-р физ.-мат. наук, зав. кафедрой теоретической физики и компьютерных технологий.

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель дисциплины

Целью освоения дисциплины является изучение оптических направляющих сред и их особенностей, изучение теории, конструкций и характеристик направляющих сред с целью применения их оптимальных конструкций на различных сетях связи на основании определения их пропускной способности. Ознакомление с российскими и международными стандартами и нормативными документами в области телекоммуникаций и перспективами развития направляющих сред электросвязи.

1.2 Задачи дисциплины

Ознакомление студентов с теоретическими основами работы оптических световодов и других пассивных элементов волоконно-оптических линий связи.

Формирование умений и навыков работы с современными компьютеризированными приборами и устройствами.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Оптические направляющие среды» относится к базовой части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана.

В результате изучения настоящей дисциплины студенты должны получить знания, имеющие не только самостоятельное значение, но и обеспечивающие базовую подготовку для усвоения дисциплин базовой части модуля Б1, обеспечивая согласованность и преемственность с этими дисциплинами при переходе к оптическим и цифровым технологиям.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных в базовой дисциплине «Физика» и является основой для изучения дисциплины «Проектирование, эксплуатация и строительство ВОЛС».

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся *профессиональных компетенций (ПК)*

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
	ПК-19	способностью по организации работ	принципы построения	формулировать основные	решения теоретичес-

№ п.п.	Индекс компете нции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		по практическому использованию и внедрению результатов исследований	телекоммуникационных систем различных типов и способы распределения информации в сетях связи; современные и перспективные направления развития телекоммуникационных сетей и систем; особенности структуры электромагнитного поля волн, распространяющихся в различных средах, в линиях передачи электромагнитной энергии и объёмных резонаторах.	технические требования к телекоммуникационным сетям и системам, оценивать формулировать основные технические требования к телекоммуникационным сетям и системам, оценивать основные проблемы, связанные с эксплуатацией и внедрением новой телекоммуникационной техники;	ких и практических типовых и системных задач, связанных с профессиональной деятельностью.
	ПК-33	умением составлять заявку на оборудование, измерительные устройства и запасные части	принципы построения телекоммуникационных систем различных типов и способы распределения информации в сетях связи; современные и перспективные направления развития телекоммуника	формулировать основные технические требования к телекоммуникационным сетям и системам, оценивать основные проблемы, связанные с эксплуатацией и внедрением новой телекоммуникационной техники;	решения теоретических и практических типовых и системных задач, связанных с профессиональной деятельностью;

№ п.п.	Индекс компет енции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
			ционных сетей и систем;		
	ОК-5	способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия	основные аббревиатуры волоконно- оптических систем как на русском так и на английском языках.	анализировать техническую литературу и документацию, понимать значение аббревиатур на различных языках	терминологие й, используемой в системах связи.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зач.ед. (216 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)	
			5	6
Контактная работа, в том числе:				
Аудиторные занятия (всего):		102	54	48
Занятия лекционного типа		34	18	16
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		18	18	–
Лабораторные занятия		50	18	32
Иная контактная работа:				
Контроль самостоятельной работы (КСР)		8	4	4
Промежуточная аттестация (ИКР) в форме зачета/экзамена		0,5	0,2	0,3
Самостоятельная работа, в том числе:		69,8	49,8	20
Курсовая работа			–	–
Проработка учебного (теоретического) материала		15,8	10,8	5
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		15	10	5
Реферат		15	10	5
Подготовка к текущему контролю		24	19	5
Контроль:				
Подготовка к экзамену		35,7	–	35,7
Общая трудоемкость	час.	216	108	108
	в том числе контактная работа	108,5	58,2	52,3
	зач. ед	6	3	3

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре (для студентов ОФО)

№ разд ела	Наименование разделов (тем)	Количество часов					
		Всего	Аудиторная работа			КСР	Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР		СРС
1.	Введение	2	2	–	–	–	–
2.	Современная оптическая связь	27	4	6	6	1	10
3.	Построение сетей связи	37	4	6	6	1	20
4.	Основы электродинамики ОНС	41,8	8	6	6	2	19,8
	Итого по дисциплине:	107,8	18	18	18	4	49,8

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре (для студентов ОФО)

№ разд ела	Наименование разделов	Количество часов					
		Всего	Аудиторная работа			КСР	Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР		СРС
1.	Основы электродинамики ОНС	8	2	–	–	1	5
2.	Основы теории ОНСП	18	4	–	8	1	5
3.	Конструкции и характеристики ОНСП	28	6	–	16	1	5
4.	Строительство ОНСП	18	4	–	8	1	5
5.	Подготовка к экзамену	35,7					
	Итого по дисциплине:	107,7	16	–	32	4	20

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента.

2.3 Содержание разделов дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Введение	Место и роль оптических направляющих сред передачи (ОНСП) в системе связи. Краткий обзор и этапы развития оптических линий связи и направляющих оптических систем передачи ОНС. Краткий обзор других направляющих систем и их история развития. Содержание и последовательность изучения курса, связь с другими дисциплинами, место	КР/ЛР

		курса в общей подготовке по настоящей специальности. Рекомендуемая литература.	
2.	Современная оптическая связь	Тенденции развития современной связи. Типы линий связи и их основные свойства. Оптические линии в открытом пространстве. Оптические линии между космическими объектами. Направляющие оптические линии передачи. Структурная схема волоконно-оптической связи. Волоконно-оптические линии связи (ВОЛС), их перспективы развития. Пассивные компоненты ОНС. Требования, предъявляемые к ОНС современной многоканальной и автоматической связью. Преимущества ОНС. Традиционные направляющие системы передачи. Направляющие оптические системы передачи и пассивные компоненты ВОЛС, световоды, оптические волокна, оптические кабели связи, лазеры, светодиоды, соединители, фотодиоды. Частотно-пропускная способность различных направляющих систем и технико-экономическое сравнение направляющих систем. Место применения и роль различных направляющих систем во взаимосвязанной сети связи Российской Федерации.	КР/ Т/ ПЗ/ ЛР
3.	Построение сетей связи	Общие принципы построения сети связи ВСС. Первичная и вторичная сеть связи. Магистральная сеть связи страны. Зоновая связь: построение внутризоновой и местной связи. Внутрипроизводственная связь. Локальные информационные сети и системы.	КР/ Т/ ПЗ/ ЛР
4.	Основы электродинамики ОНС	4.1. Основы теории электромагнитного поля. Электромагнитное поле: основные сведения и определения. Основные уравнения электродинамики. Материальные уравнения. Уравнения Максвелла для диэлектрической среды. Решение для изотропной среды. Волновые уравнения. Решение скалярного волнового уравнения для плоской волны. Параметры распространения волны. Явления на границе раздела двух сред. 4.2. Распространение лазерного излучения в атмосфере. Поглощение лазерного излучения атмосферными газами. Коэффициент поглощения, оптическая толщина. Спектральное пропускание. Рассеяние лазерного излучения в атмосфере. Нелинейные эффекты при распространении лазерного излучения в атмосфере.	КР/ Т/ ПЗ

		4.3. Распространение электромагнитных волн в оптических и направляющих системах. Строение планарных и двухслойных световодов. Физические процессы в планарных и двухслойных световодах. Волновая и лучевая трактовка распространения оптических сигналов.	
5.	Основы теории ОНСП	5.1. Основы теории распространения оптических сигналов в волоконных световодах. Строение волоконных световодов. Основные положения теории передачи по световодам. Основное уравнение передачи. Решение волнового уравнения для сердцевины и оболочки. Меридианальные лучи. Коэффициент распространения, скорость передачи по световоду и волновое сопротивление. 5.2. Оптические волокна (ОВ). Критические длины волн и частота. Апертура оптического волокна. Понятие моды. Одномодовый и многомодовый режим передачи. Определение числа мод. 5.3. Группы волн в оптическом волокне. Направляемые волны, волны оболочки и излучаемые волны. Математическое определение их существования. Нормированная частота и линейно-поляризованные волны. 5.4. Ступенчатые и градиентные оптические волокна. Числовая апертура в ступенчатом и градиентном волокне. Особенности распространения оптических сигналов в градиентных волокнах. Определение числа распространения мод в градиентных волокнах. 5.5. Одномодовая передача по оптическим волокнам. Поле в одномодовом волокне. Определение диаметра модового пятна. Влияние профиля показателя преломления на передачу по одномодовым волокнам. 5.6. Затухание оптических сигналов в ОВ. Собственные потери в оптических волокнах. Механизм потерь поглощения и рассеяния в кварцевых оптических волокнах. Типовые зависимости составляющих потерь от длины волны, затухание энергии в оптических волокнах при различных длинах волн. Дополнительные кабельные потери, обусловленные технологией производства оптических кабелей. Дополнительное затухание за счет изгибов. Затухание в галоидных, халькогенидных и фторидных стеклах в инфракрасном спектре.	КР/ Т/

		5.7. Потери излучения в пассивных компонентах ВОЛС. Основные понятия об источниках излучения и фотоприёмниках для ВОЛС. Ввод излучения в оптические волокна. Эффективность ввода. Ввод излучения с применением линзы. Чувствительность устройства ввода излучения к механическим рассогласованиям. Устройства вывода излучения. Эффекты смещений сопрягаемых волокон (радиальное, осевое и угловое смещение). Потери за счёт френелевского отражения, различия числовых апертур и диаметра сердечников, их неконцентричности и эллиптичности. 5.8. Дисперсионные характеристики оптических волокон. Уширения импульсов в оптических волокнах. Виды дисперсий. Причины возникновения дисперсии. Модовая и хроматическая дисперсия. Материальная, волноводная, профильная дисперсия. Поляризационная модовая дисперсия. Влияние дисперсии на возможности передачи. Пропускная способность оптических волокон.	
6.	Конструкции и характеристики ОНСП	6.1. Конструкции и характеристики оптических волокон. Классификация оптических волокон. Многомодовые оптические волокна. Одномодовые оптические волокна. Рекомендации МККТТ по характеристикам одномодовых волокон. Процесс изготовления ОВ. Процесс изготовления опорных кварцевых труб. Процесс изготовления кварцевых заготовок, метод тигля, метод двойного тигля, метод ионного обмена, метод химического осаждения из паровой фазы. Процесс вытяжки оптических волокон. Защитные оболочки. Конструкции оптических модулей. 6.2. Конструкции и характеристики оптических кабелей связи Классификация ОК по назначению, конструктивным особенностям, условиям прокладки. Маркировка оптических кабелей связи. Построение сердечника кабеля, защитные оболочки, защитные бронепокровы, гидрофобные наполнители. Металлические элементы в конструкциях оптического кабеля. Типы, конструкции и характеристики междугородных, зонавых, оптических кабелей связи.	КР/ Т/ ЛР

		Типы, конструкции и характеристики оптических кабелей городской связи, сельской связи. Типы, конструкции и характеристики внутриобъектовых, специальных и монтажных оптических кабелей. Типы, конструкции и характеристики подвесных, подводных кабелей связи. Технология изготовления оптических кабелей связи. Параметры прочности ОКС. Расчёт механической прочности конструкций оптических кабелей связи. 6.3. Конструкции пассивных компонентов оптических линий связи. Разъёмные соединения. Методы разъёмных соединений. Разъёмы для многомодовых кабелей. Фигурные соединители. Неразъёмные соединения. Типы неразъёмных соединений. Оптические разветвители. Оптические изоляторы. Оптические фильтры. Оптические переключатели. Аттенуаторы и другие пассивные компоненты. Оптические усилители.	
7.	Строительство ОНСП	Соединительные муфты городских и междугородних оптических кабелей. Методы монтажа оптических кабелей. Особенности сварки одномодовых оптических волокон.	ЛР

Примечание: ПЗ – выполнение практических заданий, КР – контрольная работа, Т – тестирование, ЛР – защита лабораторной работы.

2.3.2 Занятия семинарского типа

№	Наименование раздела	Тематика практических занятий (семинаров)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Основы теории ОНСП	Основы теории распространения оптических сигналов в волоконных световодах. Строение волоконных световодов.	Проверка усвоения материала по активности студента во время занятия. ЛР
2.	Основы теории ОНСП	Параметры оптических волокон	Контрольная работа
3.	Основы теории ОНСП	Затухание оптических сигналов в ОВ.	Контрольная работа

4.	Основы теории ОНСП	Дисперсионные характеристики оптических волокон.	Контрольная работа
5.	Конструкции и характеристики ОНСП	Исследование параметров пассивных компонентов ОНСП	Проверка усвоения материала по активности студента во время занятия. Контрольная работа. ЛР.
6.	Конструкции и характеристики ОНСП	Конструкции и характеристики оптических кабелей связи	Контрольная работа
7.	Конструкции и характеристики ОНСП	Конструкции пассивных компонентов оптических линий связи.	Контрольная работа

2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Основы теории ОНСП	Исследование апертуры и других параметров оптических волокон	отчёт по заданию в лабораторной работе
2	Основы теории ОНСП	Сварное соединение оптических волокон	отчёт по заданию в лабораторной работе
3	Конструкции и характеристики ОНСП	Исследование характеристик разъёмных соединителей	отчёт по заданию в лабораторной работе
4	Конструкции и характеристики ОНСП	Рефлектометрические измерения в ВОЛС.	отчёт по заданию в лабораторной работе
5	Конструкции и характеристики ОНСП	Измерение потерь оптических кабелей оптическим тестером.	отчёт по заданию в лабораторной работе

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов).

Согласно учебному плану курсовые работы (проекты) по данной дисциплине не предусмотрены.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Проработка учебного (теоретического материала), подготовка к текущей и промежуточной аттестации (зачёту и вопросам)	1. Портнов, Эдуард Львович. Принципы построения первичных сетей и оптические кабельные линии связи [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / Э. Л. Портнов. - М. : Горячая линия-Телеком, 2009. - 544 с., [3] л. ил. - (Учебное пособие для высших учебных заведений. Специальность). - Библиогр. : с. 538-540. - ISBN 9785991200714. 2. Андреев, В.А. Направляющие системы электросвязи. В 2-х томах. Том 1– Теория передачи и влияния [Электронный ресурс] : учеб. / В.А. Андреев, Э.Л. Портнов, Л.Н. Кочановский. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2011. — 494 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/5112 3. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой оптоэлектроники, протокол № 6 от «01» марта 2017г.
2	Подготовка к практическим занятиям	1. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой оптоэлектроники, протокол № 6 от «01» марта 2017г. Портнов, Эдуард Львович. 2. Принципы построения первичных сетей и оптические кабельные линии связи [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / Э. Л. Портнов. - М. : Горячая линия-Телеком, 2009. - 544 с., [3] л. ил. - (Учебное пособие для высших учебных заведений. Специальность). - Библиогр. : с. 538-540. - ISBN 9785991200714. 3. Андреев, В.А. Направляющие системы электросвязи. В 2-х томах. Том 2 – Проектирование, строительство и техническая эксплуатация [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.А. Андреев, Э.Л. Портнов, Л.Н. Кочановский. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2010. — 424 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/5113
3	Подготовка к выполнению лабораторных работ	1. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой оптоэлектроники, протокол № 6 от «01» марта 2017г. 2. Портнов, Эдуард Львович. Принципы построения первичных сетей и оптические кабельные линии связи [Текст] : учебное пособие для

	студентов вузов / Э. Л. Портнов. - М. : Горячая линия-Телеком, 2009. - 544 с., [3] л. ил. - (Учебное пособие для высших учебных заведений. Специальность). - Библиогр. : с. 538-540. - ISBN 9785991200714
--	---

**Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины
по темам программы для проработки теоретического материала**

№	Наименование раздела	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
	Наименование раздела	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Введение	Игнатов, А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника: учеб. пособие [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб: Лань, 2017. – 596 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/95150
2	Современная оптическая связь	Портнов, Эдуард Львович. Принципы построения первичных сетей и оптические кабельные линии связи [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / Э. Л. Портнов. - М. : Горячая линия-Телеком, 2009. - 544 с., [3] л. ил. - (Учебное пособие для высших учебных заведений. Специальность). - Библиогр. : с. 538-540. - ISBN 9785991200714. Андреев, В.А. Направляющие системы электросвязи. В 2-х томах. Том 1– Теория передачи и влияния [Электронный ресурс] : учеб. / В.А. Андреев, Э.Л. Портнов, Л.Н. Кочановский. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2011. — 494 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/5112 Андреев, В.А. Направляющие системы электросвязи. В 2-х томах. Том 2 – Проектирование, строительство и техническая эксплуатация [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.А. Андреев, Э.Л. Портнов, Л.Н. Кочановский. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2010. — 424 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/5113
3	Построение сетей связи	Игнатов, А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника: учеб. пособие [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб: Лань, 2017. – 596 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/95150 Портнов, Эдуард Львович. Принципы построения первичных сетей и оптические кабельные линии связи [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / Э. Л. Портнов. - М. : Горячая линия-Телеком, 2009. - 544 с., [3] л. ил. - (Учебное пособие для высших учебных заведений. Специальность). - Библиогр. : с. 538-540. - ISBN 9785991200714.

4	Основы электродинамики ОНС	Портнов, Эдуард Львович. Принципы построения первичных сетей и оптические кабельные линии связи [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / Э. Л. Портнов. - М. : Горячая линия-Телеком, 2009. - 544 с., [3] л. ил. - (Учебное пособие для высших учебных заведений. Специальность). - Библиогр. : с. 538-540. - ISBN 9785991200714.
5	Основы теории ОНСП	Игнатов, А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника: учеб. пособие [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб: Лань, 2017. – 596 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/95150 Андреев, В.А. Направляющие системы электросвязи. В 2-х томах. Том 1– Теория передачи и влияния [Электронный ресурс] : учеб. / В.А. Андреев, Э.Л. Портнов, Л.Н. Кочановский. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2011. — 494 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/5112 Андреев, В.А. Направляющие системы электросвязи. В 2-х томах. Том 2 – Проектирование, строительство и техническая эксплуатация [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.А. Андреев, Э.Л. Портнов, Л.Н. Кочановский. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2010. — 424 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/5113
6	Конструкции и характеристики ОНСП	Игнатов, А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника: учеб. пособие [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб: Лань, 2017. – 596 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/95150 Андреев, В.А. Направляющие системы электросвязи. В 2-х томах. Том 1– Теория передачи и влияния [Электронный ресурс] : учеб. / В.А. Андреев, Э.Л. Портнов, Л.Н. Кочановский. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2011. — 494 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/5112 Андреев, В.А. Направляющие системы электросвязи. В 2-х томах. Том 2 – Проектирование, строительство и техническая эксплуатация [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.А. Андреев, Э.Л. Портнов, Л.Н. Кочановский. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2010. — 424 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/5113
7	Строительство ОНСП	Портнов, Эдуард Львович. Принципы построения первичных сетей и оптические кабельные линии связи [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / Э. Л. Портнов. - М. : Горячая линия-Телеком, 2009. - 544 с., [3] л. ил. - (Учебное пособие для высших учебных заведений. Специальность). - Библиогр. : с. 538-540. - ISBN 9785991200714. Андреев, В.А. Направляющие системы электросвязи. В 2-х томах. Том 1– Теория передачи и влияния [Электронный ресурс] : учеб. / В.А. Андреев, Э.Л. Портнов, Л.Н. Кочановский. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2011. — 494 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/5112 Андреев, В.А. Направляющие системы электросвязи. В 2-х томах. Том 2 – Проектирование, строительство и техническая эксплуатация [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.А. Андреев, Э.Л. Портнов, Л.Н. Кочановский. — Электрон. дан. —

		Москва : Горячая линия-Телеком, 2010. — 424 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/5113
--	--	---

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа или в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа или печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа или печатной форме.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины используются следующие методы:

- лекции;
- проведение практических занятий;
- домашние задания;
- опрос;
- индивидуальные практические задания;
- контрольные работы;
- тестирование;
- публичная защита лабораторных работ;
- консультации преподавателей;
- самостоятельная работа студентов (изучение теоретического материала, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение домашних работ и индивидуальных типовых расчетов, подготовка к опросу, тестированию и экзамену).

Для проведения всех лекционных и практических (семинарских) занятий используются мультимедийные средства воспроизведения активного содержимого, позволяющего слушателю воспринимать особенности изучаемого материала, зачастую играющие решающую роль в понимании и восприятии, а также формировании профессиональных компетенций. Интерактивные аудиторные занятия с использованием мультимедийных систем позволяют активно и эффективно вовлекать учащихся в учебный процесс и осуществлять обратную связь. Помимо этого, становится возможным эффективное обсуждение сложных и дискуссионных вопросов и проблем.

По изучаемой дисциплине студентам предоставляется возможность открыто пользоваться (в том числе копировать на личные носители информации) подготовленными ведущим данную дисциплину преподавателем материалами в виде **электронного комплекса сопровождения**, включающего в себя:

- электронные конспекты лекций;
- электронные планы практических (семинарских) занятий;
- электронные варианты учебно-методических пособий для выполнения лабораторных заданий;
- списки контрольных вопросов к каждой теме изучаемого курса;
- разнообразную дополнительную литературу, относящуюся к изучаемой дисциплине в электронном виде (в различных текстовых форматах *.doc, *.rtf, *.htm, *.txt, *.pdf, *.djvu и графических форматах *.jpg, *.png, *.gif, *.tif).

Сопровождение самостоятельной работы студентов также организовано в следующих формах:

- усвоение, дополнение и вникание в разбираемые разделы дисциплины при помощи знаний получаемых по средствам изучения рекомендуемой литературы и осуществляемое путем написания реферативных работ;

- консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.

Основные образовательные технологии, используемые в учебном процессе:

- интерактивная лекция с мультимедийной системой с активным вовлечением студентов в учебный процесс и обратной связью;

- лекции с проблемным изложением;

- обсуждение сложных и дискуссионных вопросов и проблем и разрешение проблем;

- компьютерные занятия в режимах взаимодействия «преподаватель – студент», «студент – преподаватель», «студент – студент»;

- технологии смешанного обучения: дистанционные задания и упражнения, составление глоссариев, терминов и определений, групповые методы Wiki, интернет-тестирование и анкетирование.

Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях:

- технология развития критического мышления;

- лекции с проблемным изложением;

- использование средств мультимедиа;

- изучение и закрепление нового материала (интерактивная лекция, работа с наглядными пособиями, видео- и аудиоматериалами, использование вопросов, Сократический диалог);

- обсуждение сложных и дискуссионных вопросов и проблем («Займи позицию (шкала мнений)», проективные техники, «Один – вдвоем – все вместе», «Смени позицию», «Дискуссия в стиле телевизионного ток-шоу», дебаты, симпозиум);

Лекционные и практические (семинарские) занятия: интерактивные с мультимедийной системой с активным вовлечением студентов в учебный процесс и обратной связью.

Лабораторные занятия: индивидуальное выполнение практических заданий на лабораторных стендах.

Кейсы - анализы конкретных учебных ситуаций при планировании, строительстве оптических направляющих сред – проводятся во время большинства практических занятий - разбор конкретных кейсов.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

В процессе подготовки и выполнения практических заданий формируются и оцениваются все требуемые ФГОС и ООП для направления 11.03.02 Информационные технологии и системы связи: ПК-19, ПК-33, ОК-5.

Полный комплект практических заданий для всех разделов рабочей программы приводится в ФОС дисциплины Б1.В.07 «Оптические направляющие среды».

Оперативный контроль осуществляется путем проведения контрольных работ с помощью мультимедийных средств и компьютерных тестов по основным темам дисциплины.

Ниже приводятся примеры практических заданий для рабочей программы.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля содержит:

- Примеры контрольных вопросов для текущего контроля.
- Примеры практических заданий по темам.
- Примеры тестовых заданий по учебной программе.
- Темы рефератов по учебной программе
- Пример контрольных работ.

Примеры контрольных вопросов для текущего контроля

1. Перечислите типы линий связи и укажите их основные свойства.
2. Объясните особенности работы (преимущества и недостатки) оптических линий в открытом пространстве.
3. Сформулируйте требования, предъявляемые к ОНСП современной многоканальной и автоматической связью.
4. Перечислите преимущества ОНСП.
5. Покажите требования, предъявляемые к излучателям, соединителям, оптическим волокнам, фотоприёмникам в ВОСП.
6. Перечислите принципы построения сети связи ВСС.
7. Чем отличаются требования к оптическим волокнам для магистральной, зонной и локальной ВОСП?
8. Чем отличаются требования к оптическим кабелям для магистральной, зонной и локальной ВОСП?
9. Запишите уравнения Максвелла для диэлектрической среды.
10. Запишите материальные уравнения, необходимые для решения для изотропной среды.
11. Объясните решение скалярного волнового уравнения для плоской волны.
12. Какие явления происходят на границе раздела двух сред.
13. Какими особенностями обладает поглощение лазерного излучения атмосферными газами?
14. Объясните процессы, происходящие при прохождении лазерного излучения в атмосфере.
15. Как изменится нормированная частота ОВ, если увеличить λ ?
16. Как изменится нормированная частота ОВ, если увеличить n_c ?
17. Перечислите отличия симметричных и несимметричных мод в ОВ?
18. Чему равно минимальное значение длины волны для фундаментальной моды?
19. Как связана постоянная распространения моды ОВ и длина волны λ ?
20. Как связана постоянная распространения моды ОВ и показатель преломления сердцевины?
21. Косыми или меридиональными лучами формируется фундаментальная мода ОВ?
22. Какое поле преобладает в моде HE_{11} ?
23. От каких параметров и как зависит число мод в многомодовом ОВ?
24. Чему может быть равна нормированная частота для фундаментальной моды ООВ: 1, 2, 3, 4, 5, 10, 100 или 1000?
25. Начиная с какой длины волны в одномодовых кварцевых ОВ появляется симметричная мода E_{01} : 850, 1200, 1300, 1550 или 1650 нм?
26. Начиная с какой длины волны в одномодовых кварцевых ОВ появляется фундаментальная мода HE_{11} : 850, 1200, 1300, 1550 или 1650 нм?
27. Косые или меридиальные лучи преобладают в ОВ?
28. Какими параметрами и как отличаются МОВ и ООВ?
29. Почему кварцевые одномодовые ОВ не используются на длинах волн видимого диапазона?

30. Почему кварцевые одномодовые ОВ не используются на длинах волн дальнего ИК диапазона (>2 мкм)?
31. Почему кварцевую оболочку ООВ делают гораздо более толстой (125 мкм), чем сердцевину (10 мкм)?
32. Где применяются кварцевые одномодовые световоды для длины волны 850 нм?
33. Как теоретически и практически определить (оценить) число мод, распространяющихся в световоде?
34. Какая длина волны отсечки больше в волокне или в кабеле?
35. Чему равна минимальная и максимальная длина волны фундаментальной моды HE_{11} кварцевого ООВ?
36. Чему равна минимальная и максимальная длина волны моды E_{01} кварцевого ОВ?

Примеры практических заданий по учебной программе

Теория оптических волокон

- 1) На каком физическом явлении основан принцип работы световодов?
- 2) Что происходит при явлении НПВО?
- 3) Перечислите области применения волоконных световодов
- 4) Какие материалы используются для сердцевины / оболочки кварцевых оптических волокон?
(SiO_2 , GeO_2 , P_2O_5 , B_2O_3 , F, Cl_2 , Cr_2O_3 , Fe_2O_3 , H_2O)
- 5) Перечислите основные преимущества оптических световодов (в порядке значимости).

Потери в оптических линиях связи

- 1) Во сколько раз уменьшится интенсивность света, прошедшего через 50 км SM световолокна, если потери в световоде составляют 0,4 дБ/км?
- 2) В какой области спектра для кварцевых ОВ находится максимум (максимумы) поглощения, вызванного электронным механизмом поляризации диэлектрика.
- 3) Чем вызваны потери в кварцевых ООВ на длине волны 1383 нм?
- 4) Расположите в порядке увеличения потерь излучатели для кварцевого MM световолокна:
Ne-He лазер; п/п лазер на GaAs; Er – лазер (усилитель); CO_2 - лазер ?
- 5) Для чего в оптических волокнах для работы в третьем окне прозрачности (1500 – 1625 нм) увеличивают длину волны отсечки с 1260 нм (Рекоменд. МСЭ-Т G.652) до 1480 нм (Рекоменд. МСЭ-Т G.654)?

Дисперсия сигналов в ОВ

- 1) Мода низкого или высокого порядка раньше выйдет из световода?
- 2) Свет с длиной волны 0,85 мкм или 1,3 мкм или 1,55 мкм раньше выйдет из световода?
- 3) Фазовая или групповая скорость отвечает за хроматическую дисперсию?
- 4) Из каких составляющих состоит хроматическая дисперсия?
- 5) В чем отличие терминов: - дисперсия при классическом описании преломления света в призме и - дисперсия при описании оптического сигнала в ОВ?

Основы теории ОНСП

1. Рассчитать число мод, распространяющихся в оптическом волокне оптического кабеля ОК-50-2-3-4.
2. Рассчитать число мод, распространяющихся в ОВ оптического кабеля ОКК-50-01-1,0-8.

3. Рассчитать максимально возможное значение относительной разности показателей преломления для кварцевого ООВ, если диаметр сердцевины составляет 5 мкм?

4. Сколько мод может распространяться в кварцевом ступенчатом световоде с диаметром сердцевины 9 мкм и числовой апертурой 0,1 на длине волны 1,55 мкм ?

5. Определить нормированную частоту ОВ оптического кабеля ОКК-10-01.

Рефлектометрические измерения

- 1) Основные назначения бриллюэновского рефлектометра
- 2) Особенности стандартного метода работы рефлектометра
- 3) Что происходит с формой отраженного сигнала на соединениях ОВ?
- 4) Как зависит релеевское рассеяние от длины волны?
- 5) Как зависит релеевское рассеяние от температуры затвердевания стекла?

Оптические кабели

- 1) Какие существуют типы оптических волокон?
- 2) Сколько типов волн может распространяться в многомодовом оптическом волокне?
- 3) Перечислите основные элементы (части) оптического волокна?
- 4) Чему равна толщина нанесения первичного защитного покрытия?
- 5) Чему равна толщина нанесения вторичного защитного покрытия?

Примеры тестовых заданий по учебной программе

В процессе выполнения тестовых заданий у студентов формируются и оцениваются требуемые ФГОС и ООП по направлению 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи: ПК-19, ПК-33.

Тестовые задания состоят из 6–18 теоретических вопросов по тематическим разделам рабочей программы учебной дисциплины. Во всех вопросах каждого теста предполагается выбор одного из возможных ответов.

Система оценок выполнения контрольного тестирования:

- «отлично» – количество правильных ответов от 85% до 100%;
- «хорошо» – количество правильных ответов от 70% до 84%;
- «удовлетворительно» – количество правильных ответов от 55% до 69%.

Ниже приводится пример контрольного тестирования в виде полного варианта одного из тестовых заданий.

Полный комплект тестовых заданий для всех разделов рабочей программы приводится в ФОС дисциплины Б1.В.07 Оптические направляющие среды.

Тест по теме «Разъёмные соединения ОВ»

1. В какой конструкции разъёмного соединения применяется адаптер (coupling)?
 - симметричная
 - несимметричная
2. Какой диаметр имеют наконечники коннекторов?
 - 1 мм
 - 1,25 мм
 - 1,5 мм
 - 2 мм
 - 2,5 мм
 - 3 мм

3. Наконечник какого типа коннекторов имеет диаметр 1,25 мм?
(Какой тип коннекторов является уменьшенным аналогом коннекторов SC-типа?)
- ST
 - FC
 - LC
 - SC
4. Какие из приведённых ниже причин возникновения потерь при соединении ОВ относятся к внутренним? (Какие факторы потерь на соединении не являются внешними?)
- эллиптичность сердцевины ОВ
 - механическая нестыковка ОВ
 - френелевское рассеяние
 - различие диаметров модовых полей
5. Какое смещение будет оказывать наибольшее влияние на потери при соединении ОВ?
- осевое
 - радиальное
 - угловое
6. При какой числовой апертуре ОВ потери от углового смещения будут меньше? (При какой числовой апертуре ОВ потери от осевого смещения будут больше?)
- 0,15
 - 0,2
 - 0,5
7. При малых значениях зазора между торцами соединяемых ОВ вклад френелевского отражения:
- весьма существенен
 - пренебрежимо мал
 - не зависит от зазора

Темы рефератов по учебной программе

Оптические усилители
 Поглощение лазерного излучения атмосферой
 Локальные оптические сети
 Атенюаторы и другие пассивные компоненты
 Металлические элементы в конструкциях оптических кабелей
 Влияние внешних факторов на прочность и параметры ОК
 Солитонный режим передачи
 Магистральные сети связи
 Зоновая связь
 Внутрипроизводственная связь
 Разъёмы для многоволоконных кабелей. Фигурные соединители
 Строение планарных и двухслойных световодов
 Сети нового поколения (NGN)
 Направляемые волны, волны оболочки и излучаемые волны
 Оптические разветвители
 Оптические фильтры
 Оптические переключатели
 Определение места и характера повреждения ВОЛС
 Типы, конструкции и характеристики внутриобъектовых ОК
 Типы, конструкции и характеристики специальных ОК
 Типы, конструкции и характеристики монтажных ОК
 Технологии изготовления оптических кабелей связи

Соединительные муфты городских и междугородных линий связи
Рефлектометрические измерения в ВОЛС
Методы измерения потерь в оптических волокнах
Оптические изоляторы
Соединительные муфты городских и междугородных линий связи
Особенности сварки одномодовых оптических волокон
Способы увеличения пропускной способности оптических волокон
Потери в современных оптических волокнах
Оптические волокна для широкополосной передачи G.656
Оптические волокна для сетей доступа G.657

Пример контрольных работ по учебной программе

Задача 1.

Вычислите значения числовой апертуры NA и максимального угла ввода излучения в волокно $\theta_{\max}$ для ступенчатого волокна с параметрами а) $n_{\text{серд}} = 1,483$, $n_{\text{об}} = 1.479$; б) $n_{\text{серд}} = 1,483$, $n_{\text{об}} = 1.460$. Сделайте обобщающие выводы.

Задача 2.

Рассчитайте максимально возможное значение относительной разности показателей преломления для кварцевого ООВ, если диаметр сердцевины составляет 8 мкм?

Задача 3.

Определить, на сколько изменятся собственные потери в оптическом волокне, если передача сигналов будет осуществляться не в третьем, а в первом окне прозрачности.

Параметры оптического волокна: $n_c = 1,480$, $d = 0,01$, $\tau_{\text{гс}} = 10^{-11}$.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

4.2.1 Вопросы, выносимые на экзамен по дисциплине «Оптические направляющие среды» для направления подготовки: направления 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

В процессе подготовки и сдачи экзамена формируются и оцениваются все требуемые ФГОС и ООП для направления 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи компетенции: ПК-19, ПК-33.

1. Уравнения Максвелла для диэлектрической среды. Решение для изотропной среды. Явления на границе раздела двух сред.
2. Основные характеристики ОВ. Типы ОВ. Современные световоды для систем связи.
3. Критические длины волн и частота. Апертура оптического волокна. Понятие мод. Одномодовый и многомодовый режим передачи. Определение числа мод.
4. Затухание оптических сигналов в ОВ.
5. Дисперсионные характеристики оптических волокон.
6. Оптические кабели, их конструкции и характеристики.
7. Маркировка оптических кабелей связи. Построение сердечника кабеля, защитные оболочки, защитные бронепокровы, гидрофобные заполнители. Металлические элементы в конструкциях оптического кабеля.
8. Типы, конструкции и характеристики оптических кабелей связи.
9. Разъёмные соединения оптических волокон. Потери при соединении волокон.
10. Неразъёмные соединения оптических волокон. Потери при соединении волокон.
11. Оптические разветвители. Аттенюаторы.
12. Оптические изоляторы. Оптические фильтры. Оптические переключатели.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

5.1 Основная литература:

1. Игнатов, А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника: учеб. пособие [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб: Лань, 2017. – 596 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/95150>
2. Портнов, Эдуард Львович.
Принципы построения первичных сетей и оптические кабельные линии связи [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / Э. Л. Портнов. - М. : Горячая линия-Телеком, 2009. - 544 с., [3] л. ил. - (Учебное пособие для высших учебных заведений. Специальность). - Библиогр. : с. 538-540. - ISBN 9785991200714.
3. Андреев, В.А. Направляющие системы электросвязи. В 2-х томах. Том 1– Теория передачи и влияния [Электронный ресурс] : учеб. / В.А. Андреев, Э.Л. Портнов, Л.Н. Кочановский. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2011. — 494 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5112>
4. Андреев, В.А. Направляющие системы электросвязи. В 2-х томах. Том 2 – Проектирование, строительство и техническая эксплуатация [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.А. Андреев, Э.Л. Портнов, Л.Н. Кочановский. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2010. — 424 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5113>

5.2 Дополнительная литература:

1. Складов, О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 268 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/76830>.
2. А. Мендес, Т.Ф. Морзе. Справочник по специализированным оптическим волокнам пер. с англ. Н. Бирюкова; под ред. К. А. Пестрецов. М. 2012
3. Портнов, Э.Л. Оптические кабели связи, их монтаж и измерения [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2012. — 448 с. — Режим доступа: **Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки.**
Портнов, Э.Л. Оптические кабели связи, их монтаж и измерения [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2012. — 448 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5187>

5.3. Периодические издания:

1. Журнал «Фотон-экспресс» / www.fotonexpress.ru /
2. Журнал «Lightwave Russian Edition» / www.lightwave-russia.com/ ,
3. Журнал «Вестник связи» / www.vestnik-sviaz.ru /.

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

1. Введение в технику волоконно-оптических сетей
<http://www.citforum.ru/nets/optic/optic1.shtml>
2. Оптоволоконная технология
<http://astu.secna.ru/russian/students/personal/41nav/index.html>
3. Оптическая линия связи
<http://www.jinr.ru/~jinrmag/win/2000/5/optic5.htm>
4. Encyclopedia of Fibre Optics (Энциклопедия волоконной оптики)
<http://www.its.bldrdoc.gov/fs-1037/dir-025/3720.htm>
5. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»:
<http://window.edu.ru/window>
6. Библиотека электронных учебников:
<http://www.book-ua.org/>
7. Аннотированный тематический каталог Интернет ресурсов по физике:
<http://www.college.ru/>
8. Федеральный образовательный портал:
http://www.edu.ru/db/portal/sites/res_page.htm
9. Каталог научных ресурсов:
<http://www.scintific.narod.ru/literature.htm>
10. Большая научная библиотека:
<http://www.sci-lib.com/>
11. Лекции по физике для ВУЗов:
<http://physics-lectures.ru/>
12. Естественно-научный образовательный портал:
<http://www.en.edu.ru/catalogue/>
13. Учебно-образовательная физико-математическая библиотека сайта EqWorld:
<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics/>
14. Образовательный проект Варгина «Физика, химия, математика студентам и школьникам»:
<http://www.ph4s.ru/>
15. Техническая библиотека:
<http://techlibrary.ru/>

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

На самостоятельную работу студентов по дисциплине «Оптические направляющие среды» отводится 50% времени от общей трудоёмкости дисциплины. Сопровождение самостоятельной работы студентов может быть организовано в следующих формах:

- составление индивидуальных планов самостоятельной работы студента с указанием темы и видов заданий, форм и сроков представления результатов, критерием оценки самостоятельной работы;
- консультации (индивидуальные и групповые), в том числе с применением дистанционной среды обучения;
- промежуточный контроль хода выполнения заданий строится на основе контрольных работ, проводимых после изучения основных тем.

Рекомендуется следующий график самостоятельной работы студентов по учебным неделям каждого семестра:

Рекомендуемый график самостоятельной работы студентов в 5-м семестре по дисциплине «оптические направляющие среды»

№ п/п	Наименование раздела	Содержание самостоятельной работы	Примерный бюджет времени на выполнение уч. час. (СРС)	Сроки выполнения задания (номер учебной недели семестра)	Форма отчетности по заданию	Форма контроля
1	Введение	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	4,8	1,11,16	Т/зачет	письменная работа устный опрос
		Подготовка к лабораторной работе	6	2	ЛР	устный опрос
2	Современная оптическая связь	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	8	3,5,11,16	Т/зачет	письменная работа устный опрос
		Подготовка к практическим занятиям	6	4	ПЗ	устный опрос
3	Построение сетей связи	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	9	7,9,11,16	Т/зачет	письменная работа устный опрос
		Подготовка к практическим занятиям	6	6,8	ПЗ	устный опрос
4	Основы электродинамики ОНС	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	8	10,11,12,16	Т/зачет	письменная работа устный опрос
		Подготовка к лабораторной работе	6	13,14	ЛР	устный опрос
		Итого:	53,8			

Рекомендуемый график самостоятельной работы студентов в 6-м семестре по дисциплине «оптические направляющие среды»

№ п/п	Наименование раздела	Содержание самостоятельной работы	Примерный бюджет времени на выполнение уч. час. (СРС)	Сроки выполнения задания (номер учебной недели семестра)	Форма отчетности по заданию	Форма контроля
-------	----------------------	-----------------------------------	---	--	-----------------------------	----------------

1	Основы электродинамики ОНС	Проработка учебного (теоретического материала)	3	1,15	зачет	устный опрос
2	Основы теории ОНСП	Проработка учебного (теоретического материала), подготовка к промежуточной аттестации	3	2,15	ЛР/зачет	устный опрос
		подготовки к выполнению лабораторных работ	2	1,3	ЛР	практическое задание
		оформление технического отчёта по лабораторным работам и подготовка к их защите	2	2,4	ЛР	устный опрос
3	Конструкции и характеристики ОНСП	Проработка учебного (теоретического материала), подготовка к промежуточной аттестации	3	5,15	ЛР/зачет	устный опрос
		подготовки к выполнению лабораторных работ	2	5,7	ЛР	практическое задание
		оформление технического отчёта по лабораторным работам и подготовка к их защите	2	6,8	ЛР	устный опрос
4	Строительство ОНСП	Проработка учебного (теоретического материала), подготовка к промежуточной аттестации	3	7,15	ЛР/зачет	устный опрос
		подготовки к выполнению лабораторных работ	2	9	ЛР	практическое задание
		оформление технического отчёта по лабораторным работам и подготовка к их защите	2	10	ЛР	устный опрос
		Итого:	24			

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

8.1 Перечень необходимого программного обеспечения

1. Операционная система MS Windows.
2. Интегрированное офисное приложение MS Office.
3. Программное обеспечение для организации управляемого коллективного и безопасного доступа в Интернет.

8.2 Перечень информационных справочных систем:

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс»:
<http://www.consultant.ru>
2. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU:
<http://www.elibrary.ru>
3. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»:
<http://window.edu.ru/window>
4. Рубрикон – крупнейший энциклопедический ресурс Интернета:
<http://www.rubricon.com/>
5. Аннотированный тематический каталог Интернет ресурсов по физике:
<http://www.college.ru/>
6. Каталог научных ресурсов:
<http://www.scintific.narod.ru/literature.htm>
7. Большая научная библиотека:
<http://www.sci-lib.com/>
8. Естественно-научный образовательный портал:
<http://www.en.edu.ru/catalogue/>
9. Техническая библиотека:
<http://techlibrary.ru/>
10. Физическая энциклопедия:
<http://www.femto.com.ua/articles/>
11. Академик – Словари и энциклопедии на Академике:
http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_physics/

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Реализация Профиля предполагает наличие минимально необходимого для реализации бакалаврской программы перечня материально-технического обеспечения:

- лекционные аудитории (оборудованные видеопроекционным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном, и имеющие выход в Интернет),
- компьютерные классы для проведения тестирования.

При использовании электронных изданий вуз должен обеспечить каждого обучающегося во время самостоятельной подготовки рабочим местом в компьютерном классе с выходом в Интернет в соответствии с объемом изучаемых дисциплин.

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
---	-----------	--

1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО) для проведения занятий лекционного типа – ауд. 315, корп. С (ул. Ставропольская, 149)
2.	Семинарские занятия	Специальное помещение, оснащенное проектором, экраном и компьютером. Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа – ауд. 315, корп. С (ул. Ставропольская, 149)
3.	Лабораторные занятия	Лаборатория №325, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения мест, а именно: доска учебная магнитно-маркерная; проектор Epson EB-X27; адаптер FC SM для опер. подключ. волокон, аппарат сварочный FUJIKURA FSM-17S, АЦП/ЦАП-ISA L-154, АЦП/ЦАП-ISA L-154, ваттметр поглощающей мощности, ваттметр поглощающей мощности, вольтметр (B7-21), вольтметр (B7-21A), генератор (Г4-107), генератор импульсов (Г5-54), генератор импульсов (ОГ5-87), измеритель мощности FOD 1202, измеритель мощности PHOTOM 211A, измеритель мощности PHOTOM 211A, инструмент д/монтажа соедин. Fibrlok II, комплекс спектральный на основе монохроматора, комплект инструментов НИМ-Эксперт для раздел. кабеля, концентратор -Link Switch DES-1016, лазер газовый (ЛГН-203), микроскоп (МБИ-11), микроскоп FIS 100x ручной универсал, микроскоп WESTOVER 400x с подсветкой, монитор 17"SAMSUNG 172V TFT, ножницы Miller fokс для арамидной нити, ноутбук Lenovo IdeaPad, Z510 Core i5- определитель повреждений волокна FUJIKURA FVI-01, осциллограф (C9-1), осциллограф универсальный (C1-77), осциллограф C1-112, проектор Epson EB-1771W, рефлектометр оптич YOKOGAWA AQ7270, скалыватель FUJIKURA CT-02, скалыватель FUJIKURA CT-30A, ст. раб. учеб. назначения (бл Владос IntelCore i5, м Viewsonic), стенд лабораторный, стенд оптический (4 штуки), столик РТ-2 проекц. тестер оптический (ОМК3-76Б), тестер оптический (ОТ-6), установка лаб. "Исследование пассивных элементов оптического линейного тракта" устройство УП-125SM для оперативного подключения волокон.
4.	Групповые (индивидуальные) консультации	Помещение с достаточным количеством посадочных мест и меловой или маркерной доской: №315С
5.	Промежуточная аттестация	Помещение с достаточным количеством посадочных мест: №315С
6.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета №207с

