МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор
_____Хагуров Т.А.
подпись
«__» _____ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.12 ОСНОВЫ ОПТОЭЛЕКТРОНИКИ

(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
Физика и техника радиоэлектронных и фотонных инфокоммуникаций
(наименование направленности (профиля) специализации)

Форма обучения заочная
(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация бакалавр
(бакалавр, магистр, специалист)

Краснодар 2019

Рабочая программа дисциплины Б1.Б.28 «Оптоэлектроника» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика, профиль «Радиофизические методы по областям применения».

Программу составил:

Н.А. Яковенко, д-р техн. наук,
декан физико-технического факультета, зав. кафедрой оптоэлектроники

подпись

Рабочая программа дисциплины Б1.Б.28 «Оптоэлектроника» утверждена на заседании кафедры оптоэлектроники ФТФ, протокол № 9 от 12.04.2018 г.
Заведующий кафедрой оптоэлектроники
д-р техн. наук, профессор Яковенко Н.А.

подпись

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры радиофизики и нанотехнологий, протокол № 9 от 27.03.2018 г.
Заведующий кафедрой, д-р физ.-мат. наук Копытов Г.Ф.

подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета, протокол № 10 от 02.04.2018 г.
Председатель УМК ФТФ
д-р физ.-мат. наук, профессор Богатов Н.М.

подпись

Рецензенты:

Шевченко А.В., канд. физ.-мат. наук, ведущий специалист ООО «Южная аналитическая компания»,

Копытов Г.Ф., д-р физ.-мат. наук, зав. кафедрой радиофизики и нанотехнологий .

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель дисциплины

Целью учебной дисциплины "Оптоэлектроника" является формирование компетенций, связанных со знанием принципов работы, с синтезом и анализом функционирования оптоэлектронных устройств, используемых в высокотехнологичном оборудовании для связи, научных исследований, производства новых материалов и изделий из них.

1.2 Задачи дисциплины

Задачами освоения дисциплины является изучение оптоэлектроники как единой области техники, в которой большое число самых различных направлений, объединённых физическими и конструктивно-технологическими основами, материалами, элементной базой: оптические транспаранты, индикаторы, оптические запоминающие среды, оптические световоды, устройства интегральной оптики, оптоэлектронные датчики:

– привить студентам навыки научно-исследовательской работы и продемонстрировать широкие возможности использования техники оптоэлектроники в различных научных направлениях;

– обучить студентов принципам и приемам самостоятельных расчетов характеристик элементной базы оптоэлектроники, интегрально-оптических и волоконно-оптических структур;

– выработка практических навыков аналитического и численного анализа процесса распространения оптического излучения в элементной базе оптоэлектроники, а также расчета основных характеристик этих устройств;

– получение глубоких знаний по оптической физике, оптическому материаловедению, функциональным устройствам и системам оптоэлектроники;

В результате изучения настоящей дисциплины студенты должны получить базовые теоретические знания и практические навыки, позволяющие проводить моделирование и расчет элементной базы оптоэлектроники, а также получить базовые теоретические знания в области физических основ современной оптоэлектроники, приборов, устройств и систем.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Оптоэлектроника» относится к *вариативной* части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана.

Дисциплина «Оптоэлектроника» по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика (профиль: Радиофизические методы по областям применения (биофизика)) компетенции: ОПК-1, ПК-1 квалификация (степень) выпускника Бакалавр относится к учебному циклу Б1.Б.28 профессиональных дисциплин вариативного блока.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных в базовой дисциплине «Физика».

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 ОПК-1, ПК-1

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	**уметь**	**владеть**
1.	ОПК-1	способностью к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности	принципы построения оптоэлектронных систем различных типов и способы их применения в системах обработки и передачи информации; современные и перспективные направления развития оптоэлектронных устройств; физические эффекты и процессы, лежащие в основе принципов действия оптоэлектронных приборов;	применять теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств передачи информации, методы использовать оптические элементы (излучателей, фотоприёмников, …) оптических направляющих сред при расчёте и проектировании средств связи;	навыками эксплуатации современной физической аппаратуры и оборудование, решения теоретических и практических типовых и системных задач, связанных с профессиональной деятельностью.
2.	ПК-1	способностью понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования	- преиму-щества, возможности и особенности световодов в системах оптической связи.	- применять методы оценки параметров устройств и систем связи (методы работы с источниками справочных эксплуатационных параметров полупроводниковых приборов).	- принципами работы и возможностями коннекторов, оптических фильтров.оптических световодов, построение и технические характеристики оптических кабелей

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	**уметь**	**владеть**
					связи, разветвителей,

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)			
			8			
Аудиторные занятия (всего)		88	88			
В том числе:						
Занятия лекционного типа		22	22			
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		22	22			
Лабораторные занятия		44	44			
Иная контактная работа:						
Контроль самостоятельной работы (КСР)		6	6			
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3	0,3			
Самостоятельная работа (всего)		86	86			
В том числе:						
Курсовая работа		–	–			
Проработка учебного (теоретического) материала		24	24			
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		20	20			
Реферат		17	17			
Подготовка к текущему контролю		25	25			
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)		экзамен	экзамен			
Общая трудоемкость	**час**	180	180			
	в том числе контактная работа	94,3	94,3			
	зач. ед.	6	6			

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.
Разделы дисциплины, изучаемые в _8_ семестре (для студентов ОФО)

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Современная оптоэлектроника	6	2			4
2.	Источники света. Светоизлучающие диоды. Лазерные диоды	25	4	4	8	9
3.	Световоды	14	2		4	8
4.	Потери в световодах	22	2	2	8	10
5.	Дисперсия импульсов в световодах	16	2	2	4	8
6.	Фотоприёмники	21	2	2	4	13
7.	Оптроны	12	2		4	6
8.	ВОСП	20	2		8	10
9.	Электрооптические модуляторы	16	2	2	4	8
10.	Акустооптические модуляторы	14	2	2		10
	Итого по дисциплине:	174	22	22	44	86

2.3 Содержание разделов дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Современная оптоэлектроника	Определение оптоэлектроники. Её место в научно-техническом прогрессе. Отличительные особенности оптоэлектроники, как нового направления электронной техники. Электромагнитные волны и их свойства. Шкала электромагнитных волн. Электроны и фотоны, как носители информации.	КВ / Т

2.	Источники света	Классификация источников света и требования к ИС в оптоэлектронике. Лазеры и их характеристики. Пространственная и временна́я когерентность источников света.	КВ / Т
3.	Светоизлучающие диоды	Физические основы и принцип действия инжекционных источников света. Требования к материалам для светоизлучаюших диодов. Спектральные характеристики, конструкции и диаграммы направленности СИД.	КВ / Т
4.	Лазерные диоды	Принцип работы, условие инверсионной населённости, коэффициент усиления, квантовая эффективность, к.п.д., ватт-амперная характеристика. РОС и РБО-лазеры. Применение лазеров в принтерах и оптических дисках. Лазеры в медицинской и диагностической аппаратуре.	КВ / Т
5.	Световоды	Принцип работы световодов. Основные характеристики световодов. Механизм образования мод. Многомодовые и одномодовые световоды. Изготовление оптических кварцевых волокон. Применения световодов: эндоскопы, датчики физических величин.	КВ / Т
6.	Потери в световодах	Механизмы потерь, поглощения и рассеяния в кварцевых оптических волокнах. Типовые зависимости составляющих потерь от длины волны, затухание энергии в оптических волокнах при различных длинах волн. Разъёмные и сварные соединения волокон. Потери при соединениях. Измерения затухания и потерь.	КВ / Т
7.	Дисперсия импульсов в световодах	Модовая дисперсия. Ступенчатые и градиентные световоды. Хроматическая дисперсия. Поляризационная дисперсия. Конструкции и характеристики оптических кабелей связи. Пропускная способность оптических кабелей связи.	КВ / Т
8.	Фотоприёмники	Физические основы работы ФП. Классификация фотонных детекторов. Фоторезисторы. Фотодиоды. Вольтамперные характеристики ФП. Спектральные характеристики	КВ / Т

		фотоприёмников. Фотовольтаические приёмники и преобразователи солнечной энергии. Pin-фотодиоды. Лавинные фотодиоды. Принцип действия и устройство фото-ПЗС.	
9.	Оптроны	Диодные и тиристорные оптроны. Передаточная характеристика оптронов. Применения оптронов.	КВ / Т
10.	ВОСП	Преимущества, особенности и возможности ВОСП. Способы увеличения пропускной способности. Оптические локальные сети Ethernet. Анализ и характеристики современных систем оптической связи. Перспективы развития и применения ВОСП в глобальных, региональных и локальных сетях.	КВ / Т
11.	Электрооптические модуляторы	Основы модуляции оптических сигналов, физические основы электрооптического эффекта. Электрооптические модуляторы и переключатели сигналов. Выполнение математических операций с помощью модуляторов оптических сигналов.	КВ / Т
12.	Акустооптические модуляторы	Физические основы акустооптического эффекта. Акустооптические модуляторы и переключатели. Физические основы построения и конструкций акустооптических модуляторов и переключателей оптических сигналов. Применение акустооптических ячеек для обработки радиосигналов. Конструкция акустооптического процессора.	КВ / Т

Примечание: КВ – ответы на контрольные вопросы, ПЗ – выполнение практических заданий, Т – тестирование, Р – реферат.

2.3.2 Занятия семинарского типа

№	Наименование раздела	Тематика практических занятий (семинаров)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Источники света	Классификация источников света и требования к ИС в оптоэлектронике. Лазеры и их характеристики. Пространственная и временна́я когерентность источников света.	КВ / ПЗ/Т / Р

2	Светоизлучающие диоды	Физические основы и принцип действия инжекционных источников света. Требования к материалам для светоизлучаюших диодов. Спектральные характеристики, конструкции и диаграммы направленности СИД.	КВ / ПЗ / Т / Р
3	Лазерные диоды	Принцип работы, условие инверсионной населённости, коэффициент усиления, квантовая эффективность, к.п.д., ватт-амперная характеристика. РОС и РБО-лазеры. Применение лазеров в принтерах и оптических дисках. Лазеры в медицинской и диагностической аппаратуре.	КВ / ПЗ / Т / Р
4	Световоды	Принцип работы световодов. Основные характеристики световодов. Механизм образования мод. Многомодовые и одномодовые световоды. Изготовление оптических кварцевых волокон. Применения световодов: эндоскопы, датчики физических величин.	КВ / ПЗ / Т / Р
5	Потери в световодах	Механизмы потерь, поглощения и рассеяния в кварцевых оптических волокнах. Типовые зависимости составляющих потерь от длины волны, затухание энергии в оптических волокнах при различных длинах волн. Разъёмные и сварные соединения волокон. Потери при соединениях. Измерения затухания и потерь.	КВ / ПЗ / Т / Р
6	Дисперсия импульсов в световодах	Модовая дисперсия. Ступенчатые и градиентные световоды. Хроматическая дисперсия. Поляризационная дисперсия. Конструкции и характеристики оптических кабелей связи. Пропускная способность оптических кабелей связи.	КВ / ПЗ / Т / Р
7	Фотоприёмники	Физические основы работы ФП. Классификация фотонных детекторов. Фоторезисторы. Фотодиоды. Вольтамперные характеристики ФП. Спектральные характеристики фотоприёмников. Фотовольтаические	КВ / ПЗ / Т / Р

		приёмники и преобразователи солнечной энергии. Pin-фотодиоды. Лавинные фотодиоды. Принцип действия и устройство фото-ПЗС.	
8	Оптроны	Диодные и тиристорные оптроны. Передаточная характеристика оптронов. Применения оптронов.	КВ / ПЗ / Т / Р
9	ВОСП	Преимущества, особенности и возможности ВОСП. Способы увеличения пропускной способности. Оптические локальные сети Ethernet. Анализ и характеристики современных систем оптической связи. Перспективы развития и применения ВОСП в глобальных, региональных и локальных сетях.	КВ / ПЗ / Т / Р
10	Электрооптические модуляторы	Основы модуляции оптических сигналов, физические основы электрооптического эффекта. Электрооптические модуляторы и переключатели сигналов. Выполнение математических операций с помощью модуляторов оптических сигналов.	КВ / ПЗ / Т / Р
11	Акустооптические модуляторы	Физические основы акустооптического эффекта. Акустооптические модуляторы и переключатели. Физические основы построения и конструкций акустооптических модуляторов и переключателей оптических сигналов. Применение акустооптических ячеек для обработки радиосигналов. Конструкция акустооптического процессора.	КВ / ПЗ / Т / Р

Примечание: КВ – ответы на контрольные вопросы, ПЗ – выполнение практических заданий, Т – тестирование, Р – реферат.

2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Источники света. Светоизлучающие	Исследование характеристик	ЛР/РГЗ/Т

	диоды. Лазерные диоды	полупроводниковых излучателей	
2	Потери в световодах	Сварка оптических волокон	ЛР/РГЗ/Т
3	Фотоприёмники	Фотоэлектрические преобразователи	ЛР/РГЗ/Т
4	ВОСП	Рефлектометрические измерения в ВОЛС	ЛР/РГЗ/Т
5	Электрооптические модуляторы	Электрооптические модуляторы	ЛР/РГЗ/Т
6	Акустооптические модуляторы	Акустооптические модуляторы	ЛР/РГЗ/Т

Защита лабораторной работы (ЛР), написание реферата (Р), эссе (Э), тестирование (Т) и т.д.

В результате выполнения лабораторных работ у студентов формируются и оцениваются все требуемые ФГОС и ООП для направления 03.03.03 Радиофизика (профиль: Радиофизические методы по областям применения (биофизика)) компетенции: ОПК-1, ПК-1.

Лабораторная работа № 1.

Исследование характеристик полупроводниковых излучателей

Цель работы теоретически и экспериментально исследовать основные характеристики полупроводниковых лазеров:

- спектр излучения;
- поперечные и продольные моды;
- ватт-амперную характеристику;
- числовую апертуры.

В процессе выполнения работы студент, руководствуясь методическими указаниями к выполнению данной работы:

- выполняет расчёты когерентности;
- изучает особенности механизма генерации;
- изучает механизм образования инверсии в p-n-переходе;
- определяет модовый состав излучения полупроводниковых лазеров;
- изучает и экспериментально осваивает работу с современным монохроматором.

Лабораторная работа № 2.

Сварка оптических волокон

Целью работы является практическое изучение работы сварочного аппарата, его характеристики и возможности.

- изучает этапы сварного соединения, особенности каждого этапа;

В процессе выполнения работы студент, руководствуясь методическими указаниями к выполнению данной работы:

- практически изучает на каждом этапе сварного соединения влияние на результат различных факторов;
- изучает тенденции развития сварочной техники;
- экспериментально определяет преимущества работы электронного скалывателя;
- изучает особенности различных методов юстировки оптических волокон перед

сваркой;

- изучает механизм управления сварочным аппартом.

Лабораторная работа № 3.

Фотоэлектрические преобразователи

Целью изучения этой темы является изучение принципа работы и исследование характеристик фотоэлектрических преобразователей.

В процессе выполнения работы студент, руководствуясь методическими указаниями к выполнению данной работы:

- изучает физические принципы работы ФЭП;
- изучает свойства полупроводникового перехода;
- определяет действие излучения на p-n-переход;
- экспериментально измеряет характеристики солнечных преобразователей;
- определяет кпд кремниевых солнечных преобразователй;
- экспериментально определяет нагрузочную характеристику ФЭПэ

Лабораторная работа № 4.

Рефлектометрические измерения в ВОЛС

Целью работы является

- изучение различных методов экспериментального определения характеристик оптических волокон;
- экспериментальное определение рефлектограммы,
- практическое исследование рефлектограмм.

В процессе выполнения работы студент, руководствуясь методическими указаниями к выполнению данной работы учится:

- определять распределение потерь вдоль ВОЛС, выявлять дефектные участки или элементы линии связи;
- экспериментально определять возможности оптических рефлектометров для измерения потерь на изгибах;
- выполнять анализ рефлектограмм;
- определять точное расположение обрывов или дефектных участков ВОЛС;
- оценивать полные потери в волоконно-оптической линии связи при приемке линии и периодическом тестировании;
- измерять средние потери оптического волокна на катушках, равномерность распределения потерь в волокне и выявлять наличие локальных дефектов при производстве волокна;
- измерять потери в механических и в сварных соединениях;
- оценивать коэффициент отражения и коэффициент помех для встречного направления.

Лабораторная работа № 5.

Электрооптические модуляторы

Цель работы – изучение линейного электрооптического эффекта (ЛЭОЭ) и принципа работы электрооптического модулятора света, экспериментальное исследование характеристик модулятора на основе ниобата лития $LiNbO_3$.

В процессе выполнения работы студент, руководствуясь методическими указаниями к выполнению данной работы:

- изучает особенности распространиния световых волн в анизотропных средах;
- экспериментально получает, наблюдает и исследует коноскопическую картину на кристалле;
- определяет полуволновое напряжение, соответствующее изучаемогу кристаллу по

методу удвоения частоты;

- получает и исследует динамические характеристики исследуемого кристалла.

Лабораторная работа № 6.

Акустооптические модуляторы

Цель данной темы – изучение основных типов и характеристик акустооптических модуляторов, исследование дифракции света на акустических волнах, экспериментальное определение эффективности дифракции акустооптического модулятора на основе фосфида галлия (GaP).

В процессе выполнения работы студент, руководствуясь методическими указаниями к выполнению данной работы:

- изучает взаимодействие оптических и акустических волн, особенности фотоупругого эффекта;
- определяет возможности и особенности дифракции Рамана-Ната;
- экспериментально измеряет перид возникающей дифракционной решётки;
- рассчитывает скорость звуковой волны;
- оценивает эффективность дифракции;
- исследует экспериментально поляризационные характеристик модулятора.

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)

№	Наименование раздела	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Современная оптоэлектроника	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	Источники света	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
3	Светоизлучающие диоды	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
4	Лазерные диоды	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
5	Световоды	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	Потери в световодах	Портнов, Э.Л. Принципы построения первичных сетей и оптические кабельные линии связи. Учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2013. — 544 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/94575 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	Дисперсия импульсов в световодах	Портнов, Э.Л. Принципы построения первичных сетей и оптические кабельные линии связи. Учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2013. — 544 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/94575 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
8	Фотоприёмники	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
9	Оптроны	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

10	ВОСП	Портнов, Э.Л. Принципы построения первичных сетей и оптические кабельные линии связи. Учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2013. — 544 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/94575 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
11	Электрооптические модуляторы	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
12	Акустооптические модуляторы	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

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 лекционных, практических и лабораторных занятий используются мультимедийные средства воспроизведения активного содержимого (компьютеры, проекторы, интерактивные презентации, тренировочные тесты, моделирование работы опто-электронных устройств), позволяющие воспринимать особенности изучаемой профессии.

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-методическогих 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 и графических форматах.

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.

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);

– творческие задания;

– использование средств мультимедиа (компьютерные классы);

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

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля

Контрольные вопросы по учебной программе

В процессе подготовки и ответам на контрольные вопросы формируются и оцениваются все требуемые ФГОС и ООП для направления 03.03.03 Радиофизика компетенции: ОПК-1, ПК-1.

Ниже приводятся примеры контрольных вопросов для рабочей программы.

Полный комплект контрольных вопросов для всех разделов рабочей программы приводится в ФОС дисциплины Б1.Б.27 «Оптоэлектроника».

Источники света. Светоизлучающие диоды. Лазерные диоды:

Объясните условие существования инверсной населённости.

Какими способами можно получить инверсию населённости в полупроводниках?

Перечислите и проанализируйте особенности работы лазеров на гетеропереходах.

Опишите по энергетическим диаграммам принцип работы полупроводникового лазера.

Рассчитайте по спектральной характеристике ЛД его когерентность в ГГц.

Световоды:

Как изменится нормированная частота ОВ, если увеличить длину волны?

Как изменится нормированная частота ОВ, если увеличить nc?

Перечислите отличия симметричных и несимметричных мод в ОВ?

Чему равно минимальное значение длины волны для фундаментальной моды?

Как связана постоянная распространения моды ОВ и длина волны?

Как связана постоянная распространения моды ОВ и показатель преломления сердцевины ?

Косыми или меридиональными лучами формируется фундаментальная мода ОВ?

Какое поле преобладает в моде HE11?

От каких параметров и как зависит число мод в многомодовом ОВ?

Потери в световодах:

В какой области спектра для кварцевых ОВ находится максимум (максимумы) поглощения, вызванного электронным механизмом поляризации диэлектрика.

Чем вызваны потери в кварцевых ООВ на длине волны 1383 нм?

Расположите в порядке увеличения потерь излучатели для кварцевого ММ световолокна: Ne-He лазер; п/п лазер на GaAs; Er – лазер (усилитель); CO_2 - лазер?

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)?

Почему кварцевые ООВ не используются в системах связи на длинах волн видимого диапазона?

Для чего в тестерах для измерения затухания модулируется выходное излучение?

Перечислите факторы, которыми обусловлено затухание сигналов в световодах.

Какой материал более прозрачен в области 3 – 5 мкм: триселенид мышьяка, диоксид кремния или диоксид германия?

Почему кварцевые одномодовые ОВ не используются в системах связи на длинах волн дальнего ИК (L >>2 мкм) диапазона?

Почему кварцевую оболочку ООВ делают гораздо более толстой (125 мкм), чем сердцевину (8-10 мкм)?

Перечислите три основных процесса, определяющих собственное затухание в световоде.

Дисперсия импульсов в световодах:

Мода низкого или высокого порядка раньше выйдет из световода?

Свет с длиной волны 0,85 мкм или 1,3 мкм или 1,55 мкм раньше выйдет из кварцевого световода?

Фазовая или групповая скорость отвечает за хроматическую дисперсию?

Из каких составляющих состоит хроматическая дисперсия?

В чем отличие терминов:

- дисперсия при классическом описании преломления света в призме
- дисперсия при описании оптического сигнала в ОВ?

Перечислите факторы, которые определяют дисперсию сигналов ОВ?

Перечислите способы уменьшения влияния материальной дисперсии в ООВ?

Почему в градиентных МОВ модовая дисперсия проявляется значительно слабее, чем в ступенчатых?

Перечислите способы уменьшения влияния модовой дисперсии в ОВ.

Что происходит с материальной дисперсией для стандартного ООВ (Рек. ITU-T G.652) на длине волны около 1300 нм?

В каких единицах нормируется удельная хроматическая дисперсия?

Перечислите способы уменьшения влияния поляризационной модовой дисперсии в ОВ?

В каких единицах нормируется удельная материальная дисперсия?

Почему в ОВ возникает поляризационная модовая дисперсия (ПМД)?

Перечислите способы смещения точки нулевой дисперсии в область минимума потерь?

Почему стандартные ООВ (Рек. ITU-T G.652) мало приемлемы для совместной работы с эрбиевыми усилителями?

Фотоприёмники:

Чему равна граничная длина волны излучения, поглощаемого в полупроводнике?

В каком случае ток фотопреобразователя и фототок p-n-перехода почти совпадают по значению?

Чем определяется предельное значение Uxx для полупроводникового перехода?

Как определить значение оптимальной нагрузки для фотопреобразователя?

Оптроны:

Назовите преимущества оптической связи элементов в электрических цепях.

Какие недостатки имеют оптроны?

Чем объясняется низкий коэффициент полезного действия оптронов?

ВОСП:

Перечислите типы линий связи и укажите их основные свойства.

Объясните особенности работы (преимущества и недостатки) оптических линий в открытом пространстве.

Сформулируйте требования, предъявляемые к ОНСП современной многоканальной и автоматической связью.

Перечислите преимущества ОНСП.

Электрооптические модуляторы:

Объясните механизмы появления эффектов Керра и Поккельса.

Что происходит со световой волной при прохождении через четвертьволновую пластину?

Каким изменениям подвергается световая волна при прохождении через полуволновую пластину?

Существует ли линейная зависимость между показателем преломления и напряжённостью электрического поля в электрооптических явлениях?

Акустооптические модуляторы:

В чём различие между дифракцией Рамана-Ната и дифракцией Брэгга? Дифракция какого вида наблюдается в работе?

Как изменится дифракционная картина на экране, если использовать излучение лазера с другой длиной волны?

От каких факторов зависит эффективность дифракции?

Влияет ли фоновая засветка фотодиода на ток фотодиода? На значение эффективности дифракции?

Практические задания по учебной программе

В результате выполнения лпрактических заданий у студентов формируются и оцениваются все требуемые ФГОС и ООП для направления 03.03.03 Радиофизика компетенции: ОПК-1, ПК-1.

Ниже приводятся примеры практических заданий для рабочей программы.

Полный комплект практических заданий для всех разделов рабочей программы приводится в ФОС дисциплины Б1.Б.27 «Оптоэлектроника».

Источники света. Светоизлучающие диоды. Лазерные диоды:

Рассчитайте по спектральной характеристике ЛД его когерентность в ГГц.

Оцените по спектральной характеристике длину оптического резонатора.

Что такое апертура излучения? Объясните различие апертуры в плоскости p-n-перехода и в перпендикулярной плоскости.

Какие моды видны с помощью ПНВ и матового экрана? Почему с изменением тока меняется число мод?

Объясните механизм образования поперечных мод.

Сколько продольных и сколько поперечных мод наблюдается для данного лазера?

Световоды:

Чему может быть равна нормированная частота для фундаментальной моды ООВ : 1, 2, 3, 4, 5, 10, 100 или 1000 ?

Начиная с какой длины волны в одномодовых кварцевых ОВ появляется симметричная мода E01 : 850, 1200, 1300, 1550 или 1650 нм?

Начиная с какой длины волны в одномодовых кварцевых ОВ появляется фундаментальная мода HE11 : 850, 1200, 1300, 1550 или 1650 нм?

Косые или меридиальные лучи преобладают в ОВ?

Какими параметрами и как отличаются МОВ и ООВ?

Почему кварцевые одномодовые ОВ не используются на длинах волн видимого диапазона?

Почему кварцевые одномодовые ОВ не используются на длинах волн дальнего ИК диапазона (>2 мкм)?

Почему кварцевую оболочку ООВ делают гораздо более толстой (125 мкм), чем сердцевину (10 мкм)?

Где применяются кварцевые одномодовые световоды для длины волны 850 нм?

Как теоретически и практически определить (оценить) число мод, распространяющихся в световоде?

Какая длина волны отсечки больше в волокне или в кабеле?

Чему равна минимальная и максимальная длина волны фундаментальной моды HE11 кварцевого ООВ?

Чему равна минимальная и максимальная длина волны моды E01 кварцевого ОВ?

Число направляемых мод в каких световодах больше - ступенчатых или градиентных (при прочих равных условиях)?

Назовите области применения волоконных световодов.

В какой плоскости поляризован луч, отражённый под углом Брюстера от оптически более плотной среды? Показать плоскость колебаний электрического вектора.

Какие материалы используются при получения оптических волокон для сердцевины (оболочки)?

Перечислите основные характеристики оптических световодов (по возможности с указанием численных значений).

Почему световоды для ВОСП не изготавливаются с числовой апертурой заметно более 0,2 ?

Почему световоды для ВОСП не изготавливаются с числовой апертурой заметно менее 0,1?

Потери в световодах:

Какие факторы вносят наибольший вклад в потери стандартного одномодового оптического волокна, работающего во втором окне прозрачности?

Как зависит релеевское рассеяние от температуры затвердевания стекла?

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 – стандартное ООВ) до 1480 нм (Рекоменд. МСЭ-Т G.654 – ООВ со смещенной длиной волны отсечки)?

Чему равно допустимое увеличение потерь в ОВ при его укладке в оптическом кабеле?

Почему резко увеличиваются потери в ОВ при его скручивании с диаметром петли менее 20 мм?

Дисперсия импульсов в световодах:

Какой длине волны соответствует нулевая материальная дисперсия в стандартном ООВ (Рек. ITU-T G.652) ?

Какой длине волны соответствует нулевая профильная дисперсия в стандартном ООВ (Рек. МСЭ-Т G.652) ?

Какой длине волны соответствует нулевая волноводная дисперсия в стандартном ООВ (Рек. МСЭ-Т G.652) ?

Какой длине волны соответствует нулевая хроматическая дисперсия в стандартном ООВ (Рек. ITU-T G.652)?

Какой длине волны соответствует нулевая поляризационная модовая дисперсия в ООВ?

Почему ОВ с ненулевой смещённой дисперсией (Рек. МСЭ-Т G.653) мало приемлемы для совместной работы с эрбиевыми усилителями?

Какой длине волны соответствует минимум дисперсии в стандартных ООВ (Рек. МСЭ-Т G.652) ?

В каком ОВ меньше значение дисперсии: в многомодовом градиентном или одномодовом ступенчатом?

Чему равно типичное значение хроматической дисперсии в стандартном ООВ (Рек. ITU-T G.652) в третьем окне прозрачности?

Чему равно типичное значение хроматической дисперсии в стандартном ООВ (Рек. МСЭ-Т G.652) во втором окне прозрачности?

Перечислите способы увеличения скорости передачи информации в ОВ?

Какой вид дисперсии преобладает в стандартных ООВ (Рек. МСЭ-Т G.652)?

Фотоприёмники:

Как определить значение оптимальной нагрузки для фотопреобразователя?

Как определяется предельный ток короткого замыкания солнечного элемента?

Какой ток диффузионный или дрейфовый создаёт фототок?

Перечислите факторы, снижающие КПД фотопреобразователя.

Оптроны:

Каковы функциональные назначения оптронов?

Назовите основные характеристики и типы оптронов.

Что определяет быстродействие оптронов?

ВОСП:

Покажите требования, предъявляемые к излучателям, соединителям, оптическим волокнам, фотоприёмникам в ВОСП.

Перечислите принципы построения сети связи ВСС.

Чем отличаются требования к оптическим волокнам для магистральной, зоновой и локальной ВОСП?

Чем отличаются требования к оптическим кабелям для магистральной, зоновой и локальной ВОСП?

Электрооптические модуляторы:

Как изменяется проходящая через кристалл волна при приложении внешнего поля?

Чем обусловлена малая инерционность электрооптического эффекта?

Где применяются эффекты Поккельса и Керра?

Рассчитайте быстродействие исследуемого электрооптического модулятора.

Акустооптические модуляторы*:*

Какие факторы определяют быстродействие АОМ?

Какие эффекты вызывают конечную ширину полосы частот АОМ?

Оцените ширину полосы частот исследуемого АОМ.

Объясните механизм большого изменения интенсивности дифракции при малом изменении частоты генератора.

Тестовые задания по учебной программе

В процессе выполнения тестовых заданий формируются и оцениваются все требуемые

ФГОС и ООП для направления 03.03.03 Радиофизика компетенции: ОПК-1, ПК-1.

Тестовые задания состоит из 6–18 теоретических вопросов по тематическим разделам рабочей программы учебной дисциплины. Во всех вопросах каждого теста предполагается выбор одного из 3-5-х 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 приводятся примеры тестовых заданий для рабочей программы.

Полный комплект тестовых заданий для всех разделов рабочей программы приводится в ФОС дисциплины Б1.В.ОД.10 «Оптоэлектроника».

Тест по теме: «Световоды»

1. Какие материалы используются для сердцевины при изготовлении кварцевых оптических волокон?

а) SiO_2, GeO_2,

б) P_2O_5, B_2O_3,

в) Cl_2, Cr_2O_3,

г) Fe_2O_3, H_2O)

2.Какие материалы используются для оболочки при изготовлении оптических волокон?

а) SiO_2, GeO_2,

б) P_2O_5, B_2O_3,

в) Cl_2, Cr_2O_3,

г) Fe_2O_3, H_2O

Тест по теме: «Потери в световодах»

1.Во сколько раз уменьшится интенсивность света, прошедшего через 20 км ММ световолокна, если потери в световоде составляют 1 дБ/км?

а) 0,01 раз.

б) 10 раз.

в) 100 раз.

г) 1000 раз.

2.Рассчитайте потери в световоде, если фототок входного сигнала равен 10 мкА, а выходного 10 нА ?

а) Потери составят 0,001 дБ.

б) Потери составят 3 дБ.

в) Потери составят 10 дБ

г) Потери составят 30 дБ.

Темы рефератов по учебной программе

В процессе подготовки и написания реферата у студентов формируются и оцениваются все требуемые ФГОС и ООП для направления 03.03.03 Радиофизика компетенции: ОПК-1, ПК-1.

Оптические усилители
Открытая оптическая связь. Поглощение лазерного излучения атмосферой
Локальные оптические сети
Аттенюаторы
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

Контрольные работы по учебной программе

В процессе подготовки и выполнения контрольных работ формируются и оцениваются все требуемые ФГОС и ООП для направления 03.03.03 Радиофизика компетенции: ОПК-1, ПК-1.Ниже приводится пример контрольной работы в виде двух вариантов практических заданий.

Вариант 1.

Вычислить разность частот между модами полупроводникового лазера с длиной легированного слоя L=0,3 мм при показателе преломления активной среды n = 3,8.

Определить время и длину когерентности света излучаемого полупроводниковым лазером на GaAlAs/GaAs, имеющим ширину спектральной линии излучения 2 нм при средней длине волны 0,82 мкм.

Вариант 2.

Определить число колебательных мод N лазера, имеющего ширину контура усиления Δf=20 ГГц. Расстояние между зеркалами резонатора лазера L = 10 см.

Рассчитайте длину волны излучения для п-п материала с шириной запрещённой зоны 1,24 эВ

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

4.2.1 Вопросы, выносимые на экзамен по дисциплине «Оптоэлектроника» для направления подготовки: 03.03.03 Радиофизика

В процессе подготовки и сдачи экзамена формируются и оцениваются все требуемые ФГОС и ООП для направления 03.03.03 Радиофизика компетенции: ОПК-1, ПК-1.

1. Современная оптоэлектроника. Электроны и фотоны как носители информации. Области применений, преимущества и особенности оптоэлектроники.
2. Принцип работы светоизлучающих диодов. Прямозонные и непрямозонные материалы для оптоэлектроники.
3. Полупроводниковые лазеры. Принцип работы. Продольные и поперечные моды. Условие образования инверсии населенности. Основные характеристики п/п лазеров.
4. Зонная диаграмма гетеропереходов. Подбор полупроводниковых материалов для гетероструктур. Особенности работы лазеров на двойной гетероструктуре.
5. Принцип работы световодов. Основные характеристики световодов. Механизм образования мод. Многомодовые и одномодовые световоды. Применения световодов.
6. Потери в световодах.
7. Ступенчатые и градиентные световоды. Материальная дисперсия. Внутримодовая дисперсия. Дисперсионные характеристики кварцевых световодов.
8. Классификация фотоприемников. Действие излучения на p/n переход. Вольтамперная характеристика полупроводниковых фотодиодов. Гальванический и диодный режимы работы фотодиода.
9. Лавинные и pin-фотодиоды.
10. Принцип работы фотоэлектрических преобразователей. Основные характеристики кремниевых солнечных преобразователей.
11. Акустооптический эффект. Акустооптические модуляторы, дефлекторы и их применение.
12. Электрооптический эффект. Электрооптические модуляторы и их применение.

4.2.2 Примеры экзаменационных билетов по дисциплине «Оптоэлектроника» для направления подготовки 03.03.03 Радиофизика.

Билет № 1

1. Современная оптоэлектроника. Электроны и фотоны как носители информации. Области применений, преимущества и особенности оптоэлектроники.

2. Принцип работы светоизлучающих диодов. Прямозонные и непрямозонные материалы для СИД. Основные характеристики СИД.

Билет № 2

1. Дисперсионные характеристики оптических волокон. Методы увеличения пропускной способности оптических волокон.

2. Зонная диаграмма гетеропереходов. Подбор полупроводниковых материалов для гетероструктур. Особенности работы лазеров на двойной гетероструктуре.

Билет № 3

1. Полупроводниковые лазеры. Принцип работы. Продольные и поперечные моды. Условие образования инверсии населённости. Основные характеристики полупроводниковых лазеров.

2. Принцип работы световодов. Основные характеристики световодов. Механизм образования мод. Многомодовые и одномодовые световоды. Применения световодов.

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, Э.Л. Принципы построения первичных сетей и оптические кабельные линии связи. Учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2013. — 544 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/94575

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. Портнов Э. Л. Принципы построения первичных сетей и оптические кабельные линии связи. – М.: Горячая линия – Телеком, 2009. – 544 с.; ил.

2. Оптоэлектроника. Ч. 1: Физические основы полупроводниковой оптоэлектроники. Когерентная оптоэлектроника / О. Н. Ермаков, А. Н. Пихтин, Ю. Ю. Протасов, С. А. Тарасов ; под общ. ред. И. Б. Федорова. - М. : Янус-К, 2010. - 699 с.

3. Оптоэлектроника. Ч. 2: Оптроника / О. Н. Ермаков ; А. Н. Пихтин, Ю. Ю. Протасов, С. А. Тарасов; под общ. ред. И. Б. Федорова. - М. : Янус-К, 2011. - 611 с.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

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-sviazy.ru /.

4. Журнал: Современная электроника www.soel.ru

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

1. Библиотека электронных учебников:
http://www.book-ua.org/
2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»:
http://window.edu.ru/window
3. Федеральный образовательный портал:
http://www.edu.ru/db/portal/sites/res_page.htm
4. Каталог научных ресурсов:
http://www.scintific.narod.ru/literature.htm
5. Большая научная библиотека:
http://www.sci-lib.com/
6. Лекции по физике для ВУЗов:
http://physics-lectures.ru/
7. Учебно-образовательная физико-математическая библиотека сайта EqWorld:
http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics/
8. Encyclopedia of Fibre Optics (Энциклопедия волоконной оптики)
http://www.its.bldrdoc.gov/fs-1037/dir-025/_3720.htm
9. Введение в технику волоконно-оптических сетей
http://www.citforum.ru/nets/optic/optic1.shtml
10. Оптическая линия связи
http://www.jinr.ru/~jinrmag/win/2000/5/optic5.htm

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

На самостоятельную работу студентов, согласно требованиям ФГОС ВО по направлению 03.03.02 Физика (профиль: Нанотехнология в электронике), отводится около 41,7 % времени (60 час. срс) от общей трудоемкости дисциплины (144 час.). Сопровождение самостоятельной работы студентов может быть организовано в следующих формах:

– составлением индивидуальных планов самостоятельной работы каждого из студентов с указанием темы и видов занятий, форм и сроков представления результатов;

– проведением консультаций (индивидуальных или групповых), в том числе с применением дистанционной среды обучения.

Критерий оценки эффективности самостоятельной работы студентов формируется в ходе промежуточного контроля процесса выполнения заданий и осуществляется на основе различных способов взаимодействия в открытой информационной среде и отражается в процессе формирования так называемого «электронного портфеля студента».

В соответствии с этим при проведении оперативного контроля могут использоваться контрольные вопросы к соответствующим разделам основной дисциплины «Оптоэлектроника».

Контроль осуществляется посредством тестирования студентов по окончании изучения тем учебной дисциплины и выполнения письменных контрольных работ.

Сопровождение самостоятельной работы студентов также организовано в следующих формах:

– выполнение семестровой контрольной работы по индивидуальным вариантам;

– 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.

К средствам обеспечения освоения дисциплины «Оптоэлектроника» также относится электронный вариант учебного пособия по данной дисциплине, включающий в себя:

– лекционный курс дисциплины «Оптоэлектроника)»;

– контрольные вопросы по каждому разделу учебной дисциплины;

– список задач по каждому разделу учебной дисциплины.

К средствам обеспечения освоения дисциплины «Оптоэлектроника» также относятся электронные варианты дополнительных учебных, научно-популярных и научных изданий по данной дисциплине.

Типовые задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Тема или задание текущей работы	Кол-во часов	Форма пред-ставления результатов	Сроки выпол-нения (недели)
1.	Оптические усилители	4	Устный ответ. Текстовый документ. Реферат.	1
2.	Открытая оптическая связь. Поглощение лазерного излучения атмосферой	4	Устный ответ. Текстовый документ. Реферат.	1
3.	Локальные оптические сети	4	Устный ответ. Текстовый документ. Реферат.	1
4.	Аттенюаторы	4	Устный ответ. Текстовый документ. Реферат.	1
5.	Металлические элементы в конструкциях оптических кабелей	4	Устный ответ. Текстовый документ. Реферат.	1
6.	Влияние внешних факторов на прочность и параметры ОК	4	Устный ответ. Текстовый документ. Реферат.	1
7.	Солитонный режим передачи	4	Устный ответ. Текстовый документ. Реферат.	1
8.	Магистральные сети связи	4	Устный ответ. Текстовый документ. Реферат.	1
9.	Зоновая связь	4	Устный ответ. Текстовый документ.	1

			Реферат.	
10.	Внутрипроизводственная связь	4	Устный ответ. Текстовый документ. Реферат.	1
11.	Разъёмы для многоволоконных кабелей. Фигурные соединители	4	Устный ответ. Текстовый документ. Реферат.	1
12.	Строение планарных и двухслойных световодов	4	Устный ответ. Текстовый документ. Реферат.	1
Итого:		60		15

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

Рекомендуется следующий график и календарный план самостоятельной работы студентов по учебным неделям (15 недель):

№ п/п	Раздел дисциплины		Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					лек	пр	лаб	срс	
1	1		8	1	2				
2	2		8	2	2			2	
3	3		8	3	2	2		2	Тренировочный компьютерный тест. Контрольная работа.
4	4		8	4	2		4	2	Защита лабораторной работы
5	4		8	5	2	2	4	2	Защита лабораторной работы
6	5		8	6	2		4	2	Защита лабораторной работы

7	5		8	7	2	2	4	2	Тренировочный компьютерный тест. Контрольная работа
8	6		8	8	2	2	4	2	Защита лабораторной работы
9	6		8	9		2		2	Тренировочный компьютерный тест. Контрольная работа
10	7		8	10	2		4	2	Защита лабораторной работы
11	7		8	11		2	4	2	Тренировочный компьютерный тест. Контрольная работа
12	8		8	12	2	2	4	2	Защита лабораторной работы
13	9		8	13		2	4	2	Защита лабораторной работы
14	10		8	14	2		4	2	Защита лабораторной работы
15	11		8	15		2	4	2	Защита лабораторной работы
16	12		8	16	2		4	2	Защита лабораторной работы
	Всего				26	26	52	28	

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

8.1 Перечень информационных технологий

В настоящее время все более возрастает роль информационно-социальных технологий в образовании, которые обеспечивают всеобщую компьютеризацию учащихся и преподавателей на уровне, позволяющем решать следующие основные задачи:

– обеспечение выхода в сеть Интернет каждого участника учебного процесса в любое время и из различных мест пребывания;

– развитие единого информационного пространства образовательных индустрий и присутствие в нем в различное время и независимо друг от друга всех участников образовательного и творческого процесса;

– создание, развитие и эффективное использование управляемых информационных образовательных ресурсов, в том числе личных пользовательских баз и банков данных и

знаний учащихся и педагогов с возможностью повсеместного доступа для работы с ними.

Информационные образовательные технологии возникают при использованием средств информационно-вычислительной техники. Образовательную среду, в которой осуществляются образовательные информационные технологии, определяют работающие с ней компоненты:

– техническая (вид используемых компьютерной техники и средств связи);

– программно-техническая (программные средства поддержки реализуемой технологии обучения);

– организационно-методическая (инструкции учащимся и преподавателям, организация учебного процесса).

Под образовательными технологиями в высшей школе понимается система научных и инженерных знаний, а также методов и средств, которые используются для создания, сбора, передачи, хранения и обработки информации в предметной области высшей школы. Формируется прямая зависимость между эффективностью выполнения учебных программ и степенью интеграции в них соответствующих информационно-коммуникационных технологий.

Информационная образовательная среда представляет собой информационную систему, объединяющую посредством сетевых технологий, программные и технические средства, организационное, методическое и математическое обеспечение, предназначенное для повышения эффективности и доступности образовательного процесса подготовки специалистов.

Характерной чертой образовательной среды является возможность студентов и преподавателей обращаться к структурированным учебно-методическим материалам, обучающим мультимедийным комплексам всего университета в любое время и в любой точке пространства. Помимо доступности учебного материала, необходимо обеспечить обучаемому возможность связи с преподавателем, получение консультации в он-лайн или офф-лайн режимах, а также возможность получения индивидуальной «навигации» в освоении того или иного предмета. Студенты будут стремиться к гибкому режиму обучения, модульным программам с многочисленными поступлениями и отчислениями, которые позволят накапливать зачетные единицы, свободно переводиться из одного вуза в другой с учетом предыдущего опыта, знаний и навыков. По-прежнему важной для студентов останется возможность личного развития и роста; программы получения степени и короткие курсы, возможно, будут пользоваться одинаковым спросом; резко возрастет потребность в программах обучения и аспирантских программах.

Разработчики дистанционного образования конкретизируют индивидуализацию образовательного поведения следующим образом, считая, что в дистанционном образовании наиболее ярко проявляются черты личностно-ориентированного способа обучения: гибкость, модульность, доступность, рентабельность, мобильность, охват, технологичность, социальное равноправие, интернациональность.

Важнейшие направления информатизации образования заключаются в следующем:

– реализация виртуальной информационно-образовательной среды на уровне учебного заведения, предусматривающая выполнение комплекса работ по созданию и обеспечению технологии его функционирования;

– системная интеграция информационных технологий в образовании, поддерживающих процессы обучения, научных исследований и организационного управления;

– построение и развитие единого образовательного информационного пространства.

Навыки пользования информационными технологиями включают в себя:

– базовые навыки (использование клавиатуры, мыши, принтера, операции с файлами и дисками);

– владение стандартным программным обеспечением (обработка текстов, создание таблиц, баз данных и т.д.);

– использование сетевых приложений (электронной почты, Интернета, веб-браузеров).

Информационные технологии могут быть использованы при обучении студентов несколькими способами. В самом простом случае реальный учебный процесс идет по обычным технологиям, а информационные технологии применяются лишь для промежуточного контроля знаний студентов в виде тестирования. Этот подход к организации образовательного процесса представляется очень перспективным ввиду того, что при его достаточно широком использовании университет может получить серьезную экономию средств из-за более низкой стоимости проведения сетевого компьютерного тестирования по сравнению с аудиторным.

Применение образовательных информационных ресурсов в качестве дополнения к традиционному учебному процессу имеет большое значение в тех случаях, когда на качественное усвоение объема учебного материала, предусмотренного ГОС, не хватает аудиторных занятий по учебному плану. Кроме того, такая форма организации учебного процесса очень важна при неодинаковой начальной подготовке обучающихся. Размещенные на сервере дистанционные курсы в большой степени способствуют качественному усвоению лекционного материала и последующей успешной сдаче экзамена.

Представляют интерес интегрированные технологии организации учебного процесса, т.е. различные сочетания аудиторных и дистанционных занятий. В этом случае лекторы и преподаватели, ведущие практические и семинарские занятия, до начала семестра составляют и размещают на сервере график учебного процесса, где детально описывают порядок изучения дисциплины в данном семестре. Основной фактический материал, заранее подготовленный лектором и снабженный необходимым количеством иллюстраций и интерактивных элементов, размещается на сервере вместе с методическими рекомендациями по его самостоятельному изучению. Часть же занятий, качественное проведение которых с применением сетевых информационных технологий пока не представляется возможным, планируется аудиторными.

Следует особенно подчеркнуть, что при таком подходе крайне важно обеспечить интенсивный контроль степени усвоения материала. Как правило, по каждой теме предусмотрено большое по объему контрольное задание или контрольное тестирование, кроме того, не реже одного раза в 4-6 недель (что определяется объемом фактического материала) проводится тьюториал.

Тьюториал – это групповое практическое занятие, дополняющие самостоятельные занятия при обучении по дистанционной технологии или технологии комбинированного обучения. Тьютор выясняет возникшие при самостоятельных занятиях проблемы и даёт задания, позволяющие попрактиковаться и освоить новые знания, обменяться опытом с коллегами. На тьюториалах применяются активные методы обучения: групповые дискуссии, деловые игры, тренинги, мозговой штурм. По сути – это лёгкая форма тренинга, в которой под руководством тьютора другие участники помогают освоить полученные знания. На хорошем тьюториале можно устранить пробелы в знаниях, разобраться в непонятных темах и научиться применять полученные самостоятельно знания.

Таким образом, накопленный опыт применения информационных и дистанционных технологий в учебном процессе в различных вариантах позволяет говорить об определенных преимуществах подобных форм организации учебного процесса:

– становится возможной принципиально новая организация самостоятельной работы студентов;

– возрастает интенсивность учебного процесса;

– у студентов появляется дополнительная мотивация к познавательной деятельности;

– доступность учебных материалов в любое время;

– возможность самоконтроля степени усвоения материала по каждой теме неограниченное количество раз.

Следует отметить, что по мере накопления образовательных информационных ресурсов дистанционные технологии займут достойное место в образовательном процессе вуза, и станет возможным формирование на их основе разного уровня программ подготовки и переподготовки специалистов.

8.2 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.

8.3 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/

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

№ п/п	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа – ауд. 325, корп. С: Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой и соответствующим программным обеспечением (ПО), а также достаточным количеством посадочных мест:
2	Практические занятия	Аудитория, оснащенная тремя меловыми или маркерными досками, презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО), а также достаточным количеством посадочных мест: № 209с (проектор EPSON EB-1776W),
3	Лабораторные занятия	Учебная лаборатория, ауд.№ 325с
5	Групповые	Аудитории:

	(индивидуальные) консультации	325с, 209с
6	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитории: 209с, 325с
7	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: 208с