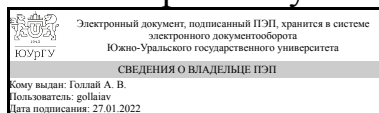


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Высшая школа электроники и  
компьютерных наук



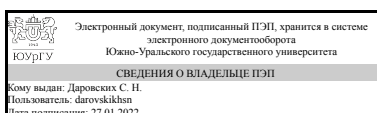
А. В. Голлой

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.П2.11 Основы радиофотоники  
**для направления** 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи  
**уровень** Бакалавриат  
**профиль подготовки** Коммуникационные технологии и интеллектуальная обработка данных  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Инфокоммуникационные технологии

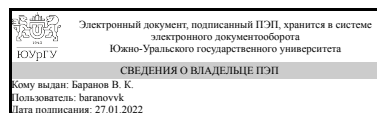
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 930

Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., доц.



С. Н. Даровских

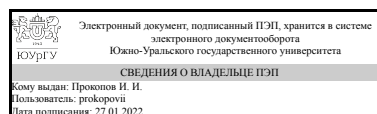
Разработчик программы,  
к.техн.н., доц., доцент



В. К. Баранов

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной  
программы



И. И. Прокопов

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью и задачами преподавания дисциплины "Основы радиофотоники" является изучение общих принципов построения и функционирования аппаратуры волоконно-оптических линий передачи (ВОЛС), принципов организации цифровых волоконно-оптических линейных трактов, методов расчета параметров каналов и трактов, организованных посредством ВОЛС, а также вопросов их проектирования и технической эксплуатации. Кроме того, целью преподавания дисциплины является ознакомление студентов с российскими и международными стандартами в области телекоммуникаций и перспективами развития оптических цифровых телекоммуникационных систем.

## Краткое содержание дисциплины

Взаимодействие ЭМВ со средой распространения. Поглощение - пропускание ЭМВ. Каналы передачи оптической информации. Физические основы распространения излучения по оптическому волокну; Основные характеристики компонентов волоконно-оптических систем передачи. Принципы построения волоконно-оптических систем передачи. Виды волоконно-оптических сетей передачи информации.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен к развитию коммутационных подсистем и сетевых платформ, сетей передачи данных, транспортных сетей и сетей радиодоступа, спутниковых систем связи	Знает: математический аппарат квантовой электроники, теории волн и электродинамики сплошных сред для анализа работы и расчета характеристик устройств и систем оптического диапазона; основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности; основные принципы построения и расчета оптических сетей; Умеет: использовать базовые элементы квантовой и оптической электроники; применять основные методы анализа квантовых и оптоэлектронных устройств для решения задач в системах передачи и обработки информации Имеет практический опыт: навыками расчета оптоволоконных линий связи; методологией использования аппаратуры для измерения характеристик радиотехнических систем оптического диапазона
ПК-2 Способностью осуществлять мониторинг состояния и проверку качества работы, проведение измерений и диагностику ошибок и отказов радио оборудования, сетевых устройств программного обеспечения инфокоммуникаций	Знает: математический аппарат квантовой электроники, теории волн и электродинамики сплошных сред для анализа работы и расчета характеристик устройств и систем оптического диапазона; основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности; основные принципы построения и расчета оптических

	сетей; Умеет: использовать базовые элементы квантовой и оптической электроники; применять основные методы анализа квантовых и оптоэлектронных устройств для решения задач в системах передачи и обработки информации Имеет практический опыт: навыками расчета оптоволоконных линий связи; методологией использования аппаратуры для измерения характеристик радиотехнических систем оптического диапазона
--	--

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Перспективы развития глобальных навигационных систем, Сети и системы мобильной связи, Перспективные технологии беспроводных локальных сетей, Программирование на языке Python, Метрология и электрорадиоизмерения, Приемно-передающие устройства радиоэлектронных средств	Не предусмотрены

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Перспективы развития глобальных навигационных систем	Знает: теоретические основы и принципы построения спутниковых радионавигационных систем Умеет: определять свойства и технические характеристики спутниковых систем навигации для выявления соответствия их техническим требованиям Имеет практический опыт: во владении методами работы с программными пакетами для анализа и синтеза спутниковых систем навигации
Приемно-передающие устройства радиоэлектронных средств	Знает: методику и средства измерений, используемые для контроля качества работы оборудования, трактов и каналов передачи, программное обеспечение оборудования, документация по системам качества работы устройств РЭС. Умеет: анализировать состояние и устанавливать соответствие параметров работы радиопередающих устройств РЭС действующим отраслевым нормативам. Имеет практический опыт: управления, навыками построения моделей
Перспективные технологии беспроводных локальных сетей	Знает: Принципы организации сетей датчиков и исполнительных устройств интернета вещей, Существующие и перспективные стандарты и

	<p>протоколы информационного обмена в области интернета вещей Умеет: Проводить оценку качества работы аппаратно-программного комплекса интернета вещей, Выполнять настройку и проверку работоспособности аппаратного обеспечения интернета вещей Имеет практический опыт: Владения современным программным обеспечением, используемым в интернете вещей, владения навыками монтажа и сдачи в эксплуатацию базовых станций и конечных устройств интернета вещей</p>
<p>Сети и системы мобильной связи</p>	<p>Знает: принципы построения и работы сетей и системы мобильной связи и протоколов сигнализации, стандарты качества передачи данных и голоса, применяемый в сети - организации связи, принципы работы изучаемых функциональных устройств, блоков и трактов в составе СМС и понимать физические процессы, происходящие в них Умеет: выполнять расчеты, связанные с выбором режимов работы и определением оптимальных параметров радиоборудования и устройств цифрового тракта в составе СМС; анализировать статистические параметры трафика, проводить расчет интерфейсов внутренних направлений сети, изменять параметры коммутационной подсистемы, маршрутизации трафика, прописки кодов маршрутизации, анализировать статистику основных показателей эффективности радиосистем и систем передачи данных, выполнять расчет пропускной способности сетей радио и телекоммуникаций Имеет практический опыт: навыками проектирования сетей СМС различных стандартов и расчета их основных параметров в типовых ситуациях функционирования, работой на коммутационном оборудовании по обеспечению реализации новых услуг, сопровождения геоинформационных баз данных по сети радиодоступа, информационной поддержки расчетов радиопокрытия, радиорелейных и спутниковых трасс и частотно-территориального планирования в части использования картографической информации</p>
<p>Метрология и электрорадиоизмерения</p>	<p>Знает: требования стандартизации, метрологического обеспечения при разработке и эксплуатации электронных средств; технические средства измерений, их метрологические характеристики, правила поверок; принципы и методы измерений; принципы построения и особенности средств измерений основных электрических величин; принципы построения цифровых средств измерений и контроля. Структуру и принципы работы измерительных устройств. Методы получения экспериментальных данных. Умеет: подбирать</p>

	средства измерений по условиям предстоящих измерительных задач; выполнять измерения различных электрических и радиотехнических величин, оформлять протокол эксперимента в установленной форме; вести обработку экспериментальных данных с целью повышения точности конечного результата Имеет практический опыт: Владения методами работы с измерительными приборами; приемами определения погрешностей в типовых ситуациях измерений
Программирование на языке Python	Знает: основные концепции структурного программирования, а также основные компоненты современной среды программирования Умеет: применять методологию структурного программирования для решения задач, использовать современную среду программирования для создания и отладки программ Имеет практический опыт: решения простых задач с использованием парадигмы структурного программирования и современной среды программирования

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 40,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		8
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
<i>Аудиторные занятия:</i>	36	36
Лекции (Л)	24	24
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	12	12
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	31,75	31,75
с применением дистанционных образовательных технологий	0	
Выполнение индивидуального задания. "Радиофотонные интегрально- оптические модули"	31,75	31.75
Консультации и промежуточная аттестация	4,25	4,25
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах
-----------	----------------------------------	---

		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение в фотонику. История развития фотоники, оптоэлектроники и радиофотоники. Понятия оптоэлектроники, фотоники и радиофотоники. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ЭМВ и ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЭМВ СО СРЕДОЙ. Приближенные представления оптических излучений в виде: • световых лучей (или пучков); • световых (электромагнитных) волн; • фотонных коллективов. Взаимодействие ЭМВ со средой распространения. поглощение-пропускание ЭМВ. Атмосферные оптические линии связи. Направляющие системы (НС). Особенности различных направляющих систем. Классификация современных направляющих систем передачи высокочастотной энергии	8	6	2	0
2	ТЕОРИЯ ПЕРЕДАЧИ ПО ОПТОВОЛОКНУ. Свойства волоконных световодов, основанных на за-конах геометрической оптики. Устройство оптическо-го волокна. Геометрические параметры оптоволоконна.. Волновая трактовка световых процессов. Критические длины волн и частоты ОБ. ХАРАКТЕРИСТИКИ ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН Потери в оптических волокнах. Классификация потерь. Кабельные потери в оптоволоконне. Спектральная зависимость суммарных собственных потерь. Волновые диапазоны (полосы пропускания оптических волокон). ПАССИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ВОЛС Определение функциональных параметров оптических кабелей. Устройства ввода. Оптические соединения оптоэлектронных модулей (приёмников и передатчиков) с волоконно-оптическим кабелем; Оптические разветвители. Оптические аттенюаторы, изоляторы и вентили. Переменные аттенюаторы. Оптические соединители.	10	6	4	0
3	Источники излучения и оптические усилители радиофотонных систем. Естественная ширина спектральной линии. Условие самовозбуждения для лазеров. Спектр генерации. Полупроводниковые лазеры. Пороговая плотность тока. Ватт-амперная характеристика. Лазеры с распределенной обратной связью. Лазеры с вертикальным резонатором. Светодиоды. их достоинства и недостатки. . Физические эффекты, используемые для управления параметрами оптического излучения: Характеристики электрооптических модуляторов: полоса частот модуляции, потребляемая мощность, динамический диапазон. Модулятор Маха -Зендера. Фотоприемники. Принцип оптического усиления. Полупроводниковые и волоконно-оптические усилители на основе редкоземельных элементов. Основные характеристики: Шумы фотоприемников.	8	6	2	0
4	Сверхширокополосные устройства СВЧ. Основные причины невозможности реализовать сверхширокополосные (СШП) радиосистемы в традиционной радиоэлектронной СВЧ аппаратуре. Методы радиофотоники при построении радиоэлектронной аппаратуры СВЧ диапазона. Интегрально оптические компоненты радиофотонных схем. Радиофотонные системы. Интегрально оптические компоненты радиофотонных схем. Волоконно-оптические лазерные и фотодиодные модули СВЧ-диапазона и системы радио-фотоники на их основе. Волоконно-оптические моду-ли. РАДИОФОТОННЫЕ СИСТЕМЫ Принципы построения нового поколения телекоммуникационных и радиолокационных устройств,	10	6	4	0

## 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов

1	1	Введение в фотонику. История развития фотоники, оптоэлектроники и радиофотоники. Изобретение радио, как средства передачи сообщений, развитие радиоэлектроники, транзистор. • История возникновения квантовой электроники. Квантовая природа света, индуцированное излучение, бозоны. Первый мазер, радио и оптика. Первые лазеры. Место квантовой электроники. Обоснование квантовой теории излучения и поглощения, статистические постулаты (законы) излучения Эйнштейна, связь между феноменологическими коэффициентами Эйнштейна и характеристиками излучающего атома, обоснование существования индуцированного излучения и его когерентности. Понятия оптоэлектроники, фотоники и радиофотоники. Особенности методов радиофотоники при обработке сигналов.	2
2	1	<b>ОСНОВЫ ТЕОРИИ ЭМВ и ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЭМВ СО СРЕДОЙ</b> Основы теории электромагнитных излучений. Основные свойства электромагнитных волн. Плоские монохроматические волны. Особенности распространения световых волн. Оптическое излучение. Квантово-волновой дуализм оптического излучения. Элементарная частица (квант) электромагнитного излучения -фотон. Приближенные представления оптических излучений в виде: • световых лучей (или пучков); • световых (электромагнитных) волн; • фотонных коллективов. <b>ВЗАИМО-ДЕЙСТВИЕ ЭМВ СО СРЕДОЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ. ПОГЛОЩЕНИЕ-ПРОПУСКАНИЕ ЭМВ.</b> Классическая теория воздействия электромагнитного поля на среду. Классификация сред по степени электропроводности и степени магнитной проницаемости. Основные идеи и принципы квантовой теории. Постулаты об элементарных процессах излучения и поглощения, исходя из корпускулярных свойствах излучения. Распространение излучения в средах. Связь процесса распространения света с процессом взаимодействия луча с прозрачной средой. Фазовая скорость волны. Абсолютный показатель преломления среды. Нормальная и аномальная дисперсии света Отражение света. Видимость несамосветящихся тел. Классификация оптических материалов. Пропускание света. Механизмы основных потерь, возникающих при распространении электромагнитной энергии. Классификация оптических материалов.	2
3	1	<b>КАНАЛЫ ПЕРЕДАЧИ ОПТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ</b> Атмосферные оптические линии связи. Характеристика пропускания атмосферы для оптических волн. Поглощение светового потока видимого и инфракрасного диапазонов волн в атмосфере. Технологии и устройства, используемые при построении беспроводных сетей. Влияние атмосферы на качество беспроводной инфракрасной связи. Направляющие системы (НС) Граница раздела двухпроводных (двухсвязных) и волноводных (одно-связных) направляющих систем по соотношению между длиной волны $\lambda$ , и поперечными размерами направляющей системы $d$ . Особенности различных направляющих систем. Классификация современных направляющих систем передачи высокочастотной энергии. Радиолинии, частотные диапазоны, используемые для передачи данных. Проблема "последней мили" (подключение широкополосного канала связи к конечному пользователю).	2
4	2	<b>ТЕОРИЯ ПЕРЕДАЧИ ПО ОПТОВОЛОКНУ</b> Свойства волоконных световодов, основанных на законах геометрической оптики. Устройство оптического волокна. Принцип действия волоконных световодов. Полное отражение. Геометрические параметры оптоволокна. Относительная разность показателей преломления. Числовая апертура (NA). Распространение сигналов по оптическому волокну. Индекс преломления и модовая структура. Одномодовое и многомодовое волокно. Номенклатура мод. Количество мод. Критическая длина волны (КР) (длина волны отсечки). Число распространяющихся мод. Диаметр модового поля. Свойства волоконных световодов, основанных на законах электродинамики. Волновая трактовка световых процессов. Основные уравнения передачи электромагнитного поля	2

		по световоду. Типы (моды) волн в световодах. Структура поля в ОВ. Электродинамические параметры ОВ. Критические длины волн ОВ. и частоты.	
5	2	ХАРАКТЕРИСТИКИ ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН Потери в оптических волокнах. Классификация потерь. Собственные внутренние потери в волокне. Потери поглощения на примесях. Рэлеевское рассеяние. Потери, вызванные несовершенством оптического волокна. Потери, связанные с деградацией оптических волокон в процессе эксплуатации. Кабельные потери в оптоволокне, обусловленные деформацией оптических волокон в процессе изготовления и прокладки кабеля. Коэффициент затухания. Спектральная зависимость суммарных собственных потерь. Волновые диапазоны (полосы пропускания оптических волокон). спектральная	2
6	2	ПАССИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ВОЛС Классификация оптических кабелей. Типы и конструкции оптических кабелей. Определение функциональных параметров оптических кабелей. Устройства ввода. Оптические соединения оптоэлектронных модулей (приёмников и передатчиков) с волоконно-оптическим кабелем; Оптические разветвители. Назначение и типы оптических разветвителей. Оптические аттенюаторы, изоляторы и вентили. Переменные аттенюаторы. Оптические соединители. Разъемные оптические соединители. Типы конструкций разъемных соединителей. Вносимые потери для разъемных соединителей. Сварное соединение волокон. Сравнение характеристик разъемного соединения и сварного соединения. . Волоконно-оптические фильтры. Интегральная (волноводная) фотоника. Технологические основы фотоники. Совместимость технологий микроэлектроники и интегральной фотоники. Интегрально оптические компоненты радиофотонных схем. Фундаментальное понятие интегральной фотоники – волноводный канал. Методы ввода и вывода излучения. Основные компоненты интегральной фотоники. Пассивные устройства интегральной оптики. Фотонные компоненты, управляемые с помощью внешних полей: модуляторы, дефлекторы, коммутаторы. Активные элементы микрофотоники. Оптоволоконные и интегральные полупроводниковые усилители и генераторы.	2
7	3	Источники излучения и оптические усилители радиофотонных систем. Общая характеристика источников света. Естественная ширина спектральной линии. Принцип оптического усиления. Полупроводниковые и волоконно-оптические усилители на основе редкоземельных элементов. Конструкции, принцип действия, основные характеристики. Условие самовозбуждения для лазеров. Спектр генерации. По-роговая плотность тока. Ватт-амперная характеристика. Лазеры с распределенной обратной связью. Лазеры с вертикальным резонатором. Светодиоды. их достоинства и недостатки.	2
8	3	Физические эффекты, используемые для управления параметрами оптического излучения: эффект Поккельса, фотоупругий эффект, эффект Фарадея. Характеристики электрооптических модуляторов: полоса частот модуляции, потребляемая мощность, динамический диапазон. Модулятор Маха -Зендера. Прямая модуляция светодиодов и инжекционных лазеров. Акустооптический эффект. Модуляторы света с бегущей и стоячей акустической волной. Акустооптические дефлекторы и фильтры. Особенности модуляции на СВЧ.	2
9	3	Фотоприемники Типы фотоприемников. Основные характеристики: чувствительность, быстродействие, обнаружительная способность, спектральный диапазон. Приемники с внешним и внутренним фотоэффектом: фотоэлементы, ФЭУ, фоторезисторы, фотодиоды, МОП-структуры и фотоматрицы. Шумы фотоприемников. Методы приема модулированного оптического излучения: прямое фотодетектирование и оптическое гетеродинамирование.	2



10	4	Сверхширокополосные устройства СВЧ. Основные причины невозможности реализовать сверхширокополосные (СШП) радиосистемы в традиционной радиоэлектронной СВЧ аппаратуре. Методы радиофотоники при построении радиоэлектронной аппаратуры СВЧ диапазона. Оптические методы синтеза, преобразования, передачи и обработки радиочастотных сигналов. Перспективные направления использования элементов радиофотоники в альтернативных радиосистемах для улучшения тактико-технических характеристик РЭС. Компонентная база радиофотоники. Интегрально оптические компоненты радиофотонных схем. Волоконно-оптические лазерные и фотодиодные модули СВЧ-диапазона и системы радиофотоники на их основе. Волоконно-оптические модули. Волоконно-оптическая система распределения СВЧ-синхросигналов. Оптоэлектронный генератор СВЧ на линиях задержки. Радиофотонные системы. Принципы построения нового поколения телекоммуникационных и радиолокационных устройств, обладающих принципиально лучшими характеристиками. Разработка сверхширокополосных линий передачи ВЧ сигнала на основе радиофотонных компонентов. Проблемы, решаемые методами и средствами радиофотоники.	2
11	4	Интегрально оптические компоненты радиофотонных схем. Волоконно-оптические лазерные и фотодиодные модули СВЧ-диапазона и системы радио-фотоники на их основе. Волоконно-оптические модули. Волоконно-оптическая линия передачи СВЧ-сигналов с оптическим усилением. Усилители на волокне, легированном эрбием. Высокоскоростные оптоэлектронные приборов (лазерные диоды, электрооптические модуляторы, фотодетекторы. Волоконно-оптическая система распределения СВЧ-синхросигналов Оптоэлектронный генератор СВЧ на линиях задержки. Структурная схема оптоэлектронного генератора с высокой спектральной чистотой. Основные характеристики и пути их совершенствования. Двухконтурная схема ОЭГ с одним и двумя управляемыми плечами.	2
12	4	РАДИОФОТОННЫЕ СИСТЕМЫ Принципы построения нового поколения телекоммуникационных и радиолокационных устройств, обладающих принципиально лучшими характеристиками по сравнению с существующими в настоящее время. Методы формирования сверхширокополосных линий передачи СВЧ сигнала на основе радиофотонных компонентов, предназначенных для высокоскоростной передачи цифровых потоков данных, а также сложно-модулированных и шумоподобных сигналов, обеспечивающих качественное улучшение технических характеристик приемопередающих устройств. Разработка сверхширокополосных линий передачи ВЧ сигнала на основе радиофотонных компонентов, обеспечивающих сверхширокополосную обработку сигнала.	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	ОСНОВЫ ТЕОРИИ ЭМВ и ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЭМВ СО СРЕДОЙ . Связь процесса распространения света с процессом взаимодействия луча с прозрачной средой. Фазовая скорость волны. Абсолютный показатель преломления среды. Нормальная и аномальная дисперсии света Отражение света. Видимость несамосветящихся тел. Классификация оптических материалов. Пропускание света. Механизмы основных потерь, возникающих при распространении электромагнитной энергии. Класси-фикация оптических материалов. КАНАЛЫ ПЕРЕДАЧИ ОПТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ	2
2	2	Оптические каналы передачи информации. ТЕОРИЯ ПЕРЕДАЧИ ПО	2

		ОПТОВОЛОКНУ	
3	2	Характеристики оптических волокон. Потери в оптическом волокне. Дисперсия оптического сигнала в волокне. Характеристики искажений сигнала и оптоволокне Параметры передачи оптических волокон. Пассивные компоненты волоконных линий.	2
4	3	Источники излучения в оптическом диапазоне. Управление оптическими излучениями, передающие устройства. Фотопрёмники	2
5	4	Сверхширокополосные устройства СВЧ. Методы радиофотоники при построении радиоэлектронной аппаратуры СВЧ диапазона. . Методы радиофотоники при построении радиоэлектронной аппаратуры СВЧ диапазона.	4

### 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Выполнение индивидуального задания. "Радиофотонные интегрально-оптические модули"	Скляров, О. К. Волоконно-оптические сети и системы связи : учеб. пособие - СПб. и др. : Лань , 2010. - 260 с.	8	31,75

## 6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-мestr	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи-тыва-ется в ПА
1	8	Текущий контроль	Взаимодействие ЭМВ и фотонов со средой распространения. Тест №1	1	10	При начислении баллов учитывается качество выполнения задания. 10 баллов - задание выполнено правильно в соответствии с вариантом, имеются ответы на вопросы задания в представленном отчете, правильно оформлен отчет по работе, студент может пояснить выполнение любого пункта задания и продемонстрировать на компьютере. 8 баллов - при проверке в программной оболочке обнаруживаются не принципиальные ошибки проекта. 5 баллов - есть отчет по работе, отсутствуют ответы на	зачет

						вопросы, затруднения в пояснении хода выполнения работы, 0 баллов - отсутствует отчет по работе, автор не может правильно объяснить ход выполнения работы.	
2	8	Текущий контроль	Теория передачи излучений по оптоволокну. Тест №2	1	10	При начислении баллов учитывается качество выполнения задания. 10 баллов - задание выполнено правильно в соответствии с вариантом, имеются ответы на вопросы задания в представленном отчете, правильно оформлен отчет по работе, студент может пояснить выполнение любого пункта задания и продемонстрировать на компьютере. 8 баллов - при проверке в программной оболочке обнаруживаются не принципиальные ошибки проекта. 5 баллов - есть отчет по работе, отсутствуют ответы на вопросы, затруднения в пояснении хода выполнения работы, 0 баллов - отсутствует отчет по работе, автор не может правильно объяснить ход выполнения работы.	зачет
3	8	Текущий контроль	Характеристики передачи оптоволокон. Тест №3	1	10	При начислении баллов учитывается качество выполнения задания. 10 баллов - задание выполнено правильно в соответствии с вариантом, имеются ответы на вопросы задания в представленном отчете, правильно оформлен отчет по работе, студент может пояснить выполнение любого пункта задания и продемонстрировать на компьютере. 8 баллов - при проверке в программной оболочке обнаруживаются не принципиальные ошибки проекта. 5 баллов - есть отчет по работе, отсутствуют ответы на вопросы, затруднения в пояснении хода выполнения работы, 0 баллов - отсутствует отчет по работе, автор не может правильно объяснить ход выполнения работы.	зачет
4	8	Текущий контроль	Оптические передатчики и фотопрёмники	1	10	При начислении баллов учитывается качество выполнения задания. 10 баллов - задание выполнено правильно в соответствии с вариантом, имеются ответы на вопросы задания в представленном отчете, правильно оформлен отчет по работе, студент может пояснить выполнение любого пункта задания и продемонстрировать на компьютере. 8 баллов - при проверке в программной оболочке обнаруживаются не принципиальные ошибки проекта. 5 баллов - есть отчет	зачет

						по работе, отсутствуют ответы на вопросы, затруднения в пояснении хода выполнения работы, 0 баллов - отсутствует отчет по работе, автор не может правильно объяснить ход выполнения работы.	
5	8	Промежуточная аттестация	Радиофотоника. Интегрально-оптические компоненты радиодифракционных устройств	-	40	На зачете происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. Студент получает зачет, если его рейтинг по итогам изучения дисциплины с учетом мероприятий текущего контроля (с учетом бонуса) и мероприятия промежуточной аттестации равен или превышает 60%	зачет

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	На зачете происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. Студент получает зачет, если его рейтинг по итогам изучения дисциплины с учетом мероприятий текущего контроля (с учетом бонуса) и мероприятия промежуточной аттестации равен или превышает 60%	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Оценочные материалы

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ				
		1	2	3	4	5
ПК-1	Знает: математический аппарат квантовой электроники, теории волн и электродинамики сплошных сред для анализа работы и расчета характеристик устройств и систем оптического диапазона; основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности; основные принципы построения и расчета оптических сетей;	+	+	+	+	+
ПК-1	Умеет: использовать базовые элементы квантовой и оптической электроники; применять основные методы анализа квантовых и оптоэлектронных устройств для решения задач в системах передачи и обработки информации	+	+	+	+	+
ПК-1	Имеет практический опыт: навыками расчета оптоволоконных линий связи; методологией использования аппаратуры для измерения характеристик радиотехнических систем оптического диапазона	+	+	+	+	+
ПК-2	Знает: математический аппарат квантовой электроники, теории волн и электродинамики сплошных сред для анализа работы и расчета характеристик устройств и систем оптического диапазона; основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности; основные принципы построения и расчета оптических сетей;	+	+	+	+	+
ПК-2	Умеет: использовать базовые элементы квантовой и оптической электроники;	+	+	+	+	+

	применять основные методы анализа квантовых и оптоэлектронных устройств для решения задач в системах передачи и обработки информации					
ПК-2	Имеет практический опыт: навыками расчета оптоволоконных линий связи; методологией использования аппаратуры для измерения характеристик радиотехнических систем оптического диапазона	+	+	+	+	+

Фонды оценочных средств по каждому контрольному мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Мартынов, В. Н. Полупроводниковая оптоэлектроника Учеб. пособие для вузов по направлению "Электроника и микроэлектроника" и специальности "Микроэлектроника и полупроводниковые приборы" Моск. гос. ин-т стали и сплавов (технол. ун-т). - М.: МИСИС, 1999. - 399 с. ил.
2. Базовые лекции по электронике [Текст] Т. 2 Твердотельная электроника сборник : в 2 т. Ж. И. Алферов и др. ; под общ. ред. В. М. Пролейко. - М.: Техносфера, 2009. - 607 с. ил. 25 см
3. Базовые лекции по электронике [Текст] сборник : в 2 т. Т. 1 Электровакуумная, плазменная и квантовая электроника Ж. И. Алферов и др. ; под общ. ред. В. М. Пролейко. - М.: Техносфера, 2009. - 479 с.

#### б) дополнительная литература:

1. Фриман, Р. Волоконно-оптические системы связи [Текст] монография Р. Фриман ; пер. с англ. Н. Н. Слепова. - 4-е изд., доп. - М.: Техносфера, 2007. - 511 с.

#### в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

#### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1.

#### из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1.

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Учебно-методические материалы кафедры	Семестровая работа по радиотехнике <a href="http://ict.susu.ru/">http://ict.susu.ru/</a>

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. Math Works-MATLAB, Simulink R2014b(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	406 (ПЛК)	Мультимедийный класс
Практические занятия и семинары	406 (ПЛК)	Мультимедийный класс