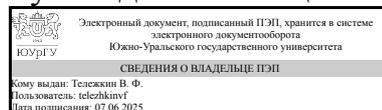


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель специальности



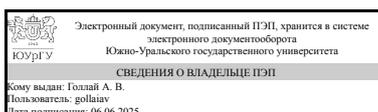
В. Ф. Тележкин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.13 Основы квантовой радиоэлектроники
для специальности 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы
уровень Специалитет
форма обучения очная
кафедра-разработчик Радиоэлектроника и системы связи

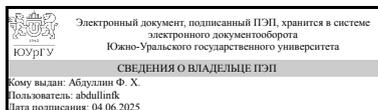
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, утверждённым приказом Минобрнауки от 09.02.2018 № 94

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



А. В. Голлай

Разработчик программы,
старший преподаватель



Ф. Х. Абдуллин

1. Цели и задачи дисциплины

Цель изучения дисциплины «Основы квантовой радиоэлектроники» - дать представление о фундаментальных физических процессах, лежащих в основе квантовой и оптической электроники, рассмотреть принцип действия, особенности конструкций, требования к активным материалам и элементам, возможности и технические характеристики приборов и устройств квантовой и оптической электроники. Радиофотоника СВЧ диапазона. Создание устройств и систем СВЧ-диапазона с параметрами, недостижимыми традиционными электронными средствами. Интегрально оптические компоненты радиофотонных схем. Задачами дисциплины является подготовка будущих специалистов к грамотному использованию достижений данной области науки в своей практической деятельности.

Краткое содержание дисциплины

Дисциплина «Основы квантовой радиоэлектроники» предназначена для изучения студентами физических основ взаимодействия оптического излучения с квантовыми системами. Усиление и генерация оптического излучения, основные типы когерентных и некогерентных источников оптического излучения, физические принципы и основные элементы для регистрации, модуляции, отклонения, трансформации, передачи и обработки оптического излучения Современное состояние и перспектив развития квантовых и оптоэлектронных приборов и устройств, их типов, характеристик и особенностей работы и применения в технике. Радиофотоника СВЧ диапазона. Создание устройств и систем СВЧ-диапазона с параметрами, недостижимыми традиционными электронными средствами. Активные приборы и устройства формирования и обработки сигналов радиочастотного диапазона с использованием оптических и оптоэлектронных средств и их применение в различных оптических и радиотехнических системах передачи и извлечения информации.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен осуществлять анализ состояния научно-технической проблемы, определять цели и выполнять постановку задач проектирования	Знает: математический аппарат квантовой электроники, теории волн и электродинамики сплошных сред для анализа работы и расчета характеристик устройств и систем оптического диапазона; основные закономерности, содержание и сущность процессов и явлений, устройство, принципы действия квантовых приборов и систем. основные законы естественнонаучных дисциплин; методы вычислительной физики и математического моделирования структур, приборов квантовой и оптической электроники. Умеет: использовать математический аппарат квантовой электроники, теории волн и электродинамики сплошных сред для анализа

	<p>работы и расчета характеристик приборов квантовой электроники; использовать возможности и технические характеристики приборов и устройств квантовой и оптической электроники в современных радиосистемах</p> <p>Имеет практический опыт: навыками привлекать для решения проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, соответствующий физико-математический аппарат; навыками использования устройств квантовой и оптической электроники в радиоэлектронных системах;</p>
<p>ПК-2 Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ</p>	<p>Знает: основные научно-технические проблемы и перспективы развития квантовых и оптоэлектронных приборов и устройств, а также основные области их применения и степени экологической опасности; основные физические и математические модели квантовых приборов и компонентов систем, используемых на этапах расчета и проектирования радиоэлектронных систем и комплексов</p> <p>Умеет: использовать базовые элементы квантовой и оптической электроники и применять основные методы анализа квантовых и оптоэлектронных устройств для решения задач в системах передачи и обработки информации; ориентироваться в технической документации, делать оптимальный выбор оборудования.</p> <p>Имеет практический опыт: методиками расчета основных характеристик систем связи, локационных и навигационных систем и комплексов, использующих оптический диапазон; методологией использования аппаратуры для измерения характеристик радиотехнических систем оптического диапазона; методами использования физических и математических моделей компонентов и устройств оптического диапазона, используемых на этапах расчета и проектирования систем и комплексов</p>

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
<p>1.Ф.20 Основы теории радиолокационных систем и комплексов, 1.Ф.02 Проектная деятельность, 1.Ф.09 Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств, 1.Ф.05 Основы радиофоники</p>	<p>1.Ф.11 Основы построения устройств радиосистем и комплексов управления, 1.Ф.10 Многоуровневые радиосистемы и комплексы управления, 1.Ф.21 Методы оптимизации радиосистем и комплексов управления, 1.Ф.06 Основы теории систем и комплексов радиоэлектронной борьбы, 1.Ф.08 Основы теории радиосистем передачи информации,</p>

1.Ф.22 Основы построения непрерывно дискретных радиосистем и комплексов управления

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

Дисциплина	Требования
1.Ф.09 Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств	Знает: особенности и функциональные возможности современного программного обеспечения для проектирования и моделирования радиоэлектронных средств, используемые в таком ПО языки для описания структурных, функциональных и принципиальных схем, схемы замещения и модели основных электронных приборов., методы разработки и управления проектами, особенности и функциональные возможности современного программного обеспечения для проектирования и моделирования радиоэлектронных средств, Умеет: создавать работоспособные модели радиоэлектронных устройств и систем для существующего программного обеспечения,отлаживать такие модели, правильно выбирать и настраивать алгоритмы численного решения при наличии такой возможности, анализировать работу моделей, производить их оптимизацию., Создавать работоспособные модели радиоэлектронных устройств и систем для существующего программного обеспечения, отлаживать такие модели, правильно выбирать и настраивать алгоритмы численного решения при наличии такой возможности, анализировать работу моделей, производить их оптимизацию. Имеет практический опыт: владения навыками работы с современным программным обеспечением для проектирования и моделирования радиоэлектронных средств. , методиками разработки и управления проектом; навыками работы с современным программным обеспечением для проектирования и моделирования радиоэлектронных средств, а также применяемой в таких системах терминологией.
1.Ф.05 Основы радиофотоники	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; классификацию оборудования для

	<p>построения сетей оптической связи; основные физические и математические модели квантовых приборов и компонентов систем, используемых на этапах расчета и проектирования радиоэлектронных систем и комплексов; основные научно-технические проблемы и перспективы развития квантовых и оптоэлектронных приборов и устройств</p> <p>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, рассчитывать основные параметры ВОЛС; использовать базовые элементы квантовой и оптической электроники; применять основные методы анализа квантовых и оптоэлектронных устройств для решения задач в системах передачи и обработки информации</p> <p>Имеет практический опыт: навыками расчета оптоволоконных линий связи; методологией использования аппаратуры для измерения характеристик радиотехнических систем оптического диапазона, методологией измерения характеристик радиотехнических систем оптического диапазона.</p>
1.Ф.20 Основы теории радиолокационных систем и комплексов	<p>Знает: физические основы и принципы проектирования радиолокационных систем и комплексов . Умеет: проводить расчеты характеристик радиолокационных систем и комплексов , пользоваться программными пакетами для моделирования РЛС. Имеет практический опыт: владения навыками разработки принципиальных схем РЛС и комплексов с применением современных САПР и пакетов прикладных программ.</p>
1.Ф.02 Проектная деятельность	<p>Знает: теоретическую и практическую подготовку в области разработки и обеспечения функционирования радиоэлектронных устройств, систем и комплексов, предназначенных для решения задач локации, навигации и радиоуправления техническими объектами</p> <p>Умеет: проектировать, моделировать, осуществлять экспериментальную отработку и подготовку производства радиоэлектронных систем и комплексов</p> <p>Имеет практический опыт: в техническом обслуживании радиоэлектронных систем и комплексов</p>

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 54,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего	Распределение
--------------------	-------	---------------

	часов	по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		8	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48	
Лекции (Л)	32	32	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0	
Лабораторные работы (ЛР)	16	16	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	53,75	53,75	
Доклад с презентацией: Активные квантовые среды для полупроводниковых и волоконно-оптических лазеров.	20	20	
Реферат: Радиофотоника. Принципы построения радиотонных систем. Проблемы, решаемые методами и средствами радиофотоники.	33,75	33.75	
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25	
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	Взаимодействие квантовых систем с ЭМВ. Реализация положительной обратной связи в оптическом резонаторе. Квантовые генераторы. Квантовые усилители.	12	8	0	4
2	Активные приборы квантовой электроники. Квантовые приборы СВЧ диапазона (Мазеры). Газовые лазеры. Особенности активной среды. Лазеры на основе конденсированных сред. Полупроводниковые лазеры.	10	8	0	2
3	УПРАВЛЕНИЕ ОПТИЧЕСКИМ ИЗЛУЧЕНИЕМ. ОПТИЧЕСКИЕ ПЕРЕДАТЧИКИ. ПРИЁМНИКИ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ.	12	8	0	4
4	СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫЕ УСТРОЙСТВА СВЧ. РАДИОФОТОНИКА. Интегрально оптические компоненты радиотонных схем. Принципы построения радиотонных систем. Проблемы, решаемые методами и средствами радиофотоники	14	8	0	6

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Взаимодействие квантовых систем с ЭМВ. Энергетические состояния изолированных частиц (атомов, молекул) и типы переходы между ними. Коэффициенты Эйнштейна. Поглощение (усиление) оптического излучения. Методы создания инверсии в квантовых системах. Рабочие лазерные уровни энергии. Процесс возбуждения (накачка) активной среды (активного вещества) с целью получения инверсии населенностей., Источники накачки. Три статистических постулата Эйнштейна. Усиление-поглощение ЭМВ в среде. Спектр оптического излучения (поглощения) Механизмы однородного уширения. Механизмы неоднородного уширения.	2

2	1	МЕТОДЫ СОЗДАНИЯ ИНВЕРСИИ В КВАНТОВЫХ СИСТЕМАХ. Типы квантовых уровней (переходов между уровнями). Рабочие лазерные уровни энергии. Схемы создания инверсии населённости Двухуровневая схема. Методы ин-версии населенностей в двухуровневой системе. Трёхуровневая схема. Анализ трёхуровневой схемы. Особенности трёх-уровневой системе с оптической накачкой. Четырёхуровневая схема. Анализ четырёхуровневой схемы. Особенно-сти и характеристики четырёхуровневой схеме с оптической накачкой (ОН). Многоуровневые схемы оптической накачкой Стимулированное Бриллюэновское рассеяние. Стимулированное Рамановское рассеяние	2
3	1	Основы теории квантовых приборов Радиоэлектроника – основа рождения квантовой электроники. Общность и отличия радиоэлектроники и квантовой оптики. Активная среда и резонатор являются принципиально важными элементами устройств квантовой электроники. Реализация положительной обратной связи в оптическом резонаторе. Принципы создания резонатора оптического диапазона. Резонансные ча-стоты оптического резонатора. Устойчивость ООР. Мощность на выходе ла-зера, оптимальное пропускание выходного зеркала. Условия резонанса в оптическом резонаторе. Резонансные частоты оптического резонатора и расстояние между соседними резонансными частотами. Виды потерь и ширина полосы пропускания в оптических резонаторах. Влияние резонатора на спектральный состав лазерного. Характеристики излучения с учётом резонатора.	2
4	1	Квантовые генераторы. Основные идеи и принципы - вынужденное из-лучение + положительная оптиче-ская обратная связь. Динамика развития генерации в квантовом генераторе. Условия самовоз-буждения и существования стационарного режима. Условие баланса фаз и баланса амплитуд Спектр излучения квантового генератора. Мощность излучения на выходе квантового генератора, оптимальное пропускание выходного зеркала. Ширина спектра излучения квантового генератора Переходные процессы в генераторах оптического и СВЧ-диапазонов. Квантовые усилители. Основные принципы и идеи. Усилительные свойства частицы. Эффективное сечение ее взаимодействия с резонансным электромаг-нитным полем. Насыщение коэффициента усиления. Форма линии усиления. Схемы построения квантовых усилителей. Усилитель бегущей волны. Резонаторный усилитель. Характеристики усиления. АЧХ и ФЧХ квантовых усилителей. Динамический диапазон усиления. Шумы квантовых усилителей.	2
5	2	Квантовые приборы СВЧ диапазона (Мазеры). Пучковые мазеры. Молекулярный мазер на пучке молекул аммиака. Структура и энергетиче-ский спектр молекулы аммиака Образование пучка молекул. Сортировка моле-кул. Параметры сортирующей системы. Режим усиления. Коэффициент усиле-ния и полоса пропускания. Режим генерации. Выходная мощность мазера на аммиаке. Стабильность частоты мазера на аммиаке. Мазер на пучке атомов водорода. Принцип действия квантового генерато-ра на пучке атомов водорода. Магнитный дипольный переход между уровнями сверхтонкой структуры атома водоро-да. Сортирующая система (СС) мазера на водороде. Особенности устройства генератора на пучке атомов водорода. Квантовые парамагнитные усилители (КПУ) СВЧ диапазона. Электронные переходы между энергетическими уров-нями парамагнитных ионов в диэлектри-ках, расщепленными внешними или внутренними полями. Квантовые переходы между Зеемановскими подуровнями парамаг-нитных ионов в кристаллах во внешнем магнитном поле. КПУ бегу-щей волны. Резонаторные КПУ отражательного проходного ти-пов.	2
6	2	Газовые лазеры. Особенности активной среды. Типы переходов между ра-бочими энергетическими уровнями в нейтральных или ионизированных атомах и молекулах (электронные, колебательные, вращательные). Усло-вие создания инверсии населённости в газовых лазерах. Методы накачки га-	2

		зовых лазеров (газоразрядные, газодинамические, химические) Гелий-неоновый лазер. Инверсия населённости в электрическом разряде (газоразрядные лазеры). Функция электронов в плазме газоразрядного лазера. Процессы в плазме ПС, приводящие к накачке лазерных переходов. Особенности конструкции гелий-неонового лазера.	
7	2	ЛАЗЕРЫ НА КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕДАХ Лазеры на основе конденсированных сред. Специфика оптической накачки активной среды лазера. Квантовые приборы с оптической накачкой, работающие по “трёхуровневой схеме”. Рубиновый лазер. Эрбиевый волоконно-оптический лазер. Лазеры с оптической накачкой, работающие по “четырёх-уровневой схеме”. Неодимовый лазер.	2
8	2	Полупроводниковые лазеры. Создание инверсной населенности в полупроводниках. Процесс возникновения излучения в p-n-переходе. Излучательная ре-комбинация. Интенсивность излучения и толщина активной области. Гетеро-структуры. Условия максимальной эффективности излучения. Основные характеристики полупроводниковых лазеров. Типы полупроводниковых лазеров.	2
9	3	Эффект Рамана. Стимулированное Рамановское рассеяние. ВКР Рамановские усилители. Типичные параметры рамановских усилителей. Параметры усилителей Бриллюэна. Эрбиевые волоконно-оптические усилители EDFA (Erbium Doped Fiber Amplifier) – это усилители, созданные на основе оптического волокна легированного ионами эрбия EDF (erbium doped fiber). Достоинства усилителей EDFA: равномерная амплитудно-частотная характеристика усиления во всем диапазоне частот, значительный уровень усиления при высоком качестве сигнала. Неодимовые волоконные лазеры.	2
10	3	Управление оптическим излучением. Распространение света в анизотропных средах и поляризация излучения. Эффекты Керра, Поккельса, Фарадея. Электро-, магнито- и акустооптические эффекты. Методы модуляции и отклонения лазерного луча. Типы лазерных модуляторов и дефлекторов. Перестройка длины волны излучения лазеров. 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
11	3	ОПТИЧЕСКИЕ ПЕРЕДАТЧИКИ 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. Пороговая плотность тока. Ватт-амперная характеристика. Лазеры с распределенной обратной связью. Лазеры с вертикальным резонатором. Светодиоды, их достоинства и недостатки. Оптические передатчики. Основные элементы оптических передатчиков. Требования к излучателям оптического излучения. Светодиоды и лазерные диоды. Типы полупроводниковых лазеров. Волоконные лазеры с брэгговской решёткой. Виды модуляции оптического излучения. Методы модуляции оптической несущей. Прямая (непосредственная) модуляция оптической несущей. Модуляция с использованием промежуточной несущей. Внешняя модуляция оптического излучения. Электрооптическая модуляция. Электроабсорбционная модуляция. Акустооптическая модуляция.	2
12	3	Приём оптического сигнала. Непосредственный приём. Прямое	2

		<p>фотодетектирование. Метод счета фотонов. Когерентный приём. Приёмники оптического излучения их типы, параметры и характеристики. Основные элементы детекторных приёмников оптического излучения. Оптико-электронные преобразователи. Полупроводниковые приемники излучения (детекторы). Фоторезисторы, фотодиоды, гетерофотодиоды, лавинные и р-і-п фотодиоды, фототранзисторы). Одноэлементные фотоприемники на основе МДП-структур. Многоэлементные фотоприемные устройства. 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 гетеродинирование.</p>	
13	4	<p>РАДИОФОТОНИКА Основные направления применений квантовых и оптоэлектронных приборов и устройств. Оптические методы синтеза, преобразования, передачи и обработки радиочастотных сигналов. Перспективные направления использования элементов радиофотоники в альтернативных радиосистемах для улучшения тактико-технических характеристик РЛС: • повышение разрешающей способности по дальности и информативности – за счет возможности значительного (на несколько порядков) расширения эффективной полосы сигнала; • увеличение дальности обнаружения – за счет снижения потерь в длинных линиях при использовании оптического волокна и соответствующей коммутационной аппаратуре; • обеспечение стабильности характеристик при изменяющихся климатических, прежде всего температурных, условиях за счет применения термо-стабильного оптического волокна;</p>	2
14	4	<p>РАДИОФОТОНИКА Основные направления применений квантовых и оптоэлектронных приборов и устройств. Оптические методы синтеза, преобразования, передачи и обработки радиочастотных сигналов. Перспективные направления использования элементов радиофотоники в альтернативных радиосистемах для улучшения тактико-технических характеристик РЛС: • повышение разрешающей способности по дальности и информативности – за счет возможности значительного (на несколько порядков) расширения эффективной полосы сигнала; • увеличение дальности обнаружения – за счет снижения потерь в длинных линиях при использовании оптического волокна и соответствующей коммутационной аппаратуре; • обеспечение стабильности характеристик при изменяющихся климатических, прежде всего температурных, условиях за счет применения термо-стабильного оптического волокна;</p>	2
15	4	<p>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 приборы (лазерные диоды, электрооптические модуляторы, фото-детекторы. 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.</p>	2
16	4	<p>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,</p>	2

							в ПА
1	8	Текущий контроль	Активные конденсированные среды	1	20	Работа проводится письменно (10 баллов) и защищается в виде презентации на занятии (10 баллов). Максимальное количество баллов - 10	зачет
2	8	Текущий контроль	Управление оптическим излучением. Оптические модуляторы	1	10	По результатам защиты (5 баллов) с презентацией (5 баллов)	зачет
3	8	Текущий контроль	Прёмно-передающие оптические устройства.	1	10	Работа представляется письменно (5 баллов) и в виде презентации (5 баллов)	зачет
4	8	Текущий контроль	РАДИОФОТОНИКА	1	20	Защита реферата по теме	зачет
5	8	Промежуточная аттестация	КВАНТОВАЯ РАДИОЭЛЕКТРОНИКА и РАДИОФОТОНИКА	-	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
зачет	В соответствии с пп. 2.5, 3.6 ПОЛОЖЕНИЯ	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

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	+	+			

	закономерности, содержание и сущность процессов и явлений, устройство, принципы действия квантовых приборов и систем. основные законы естественнонаучных дисциплин; методы вычислительной физики и математического моделирования структур, приборов квантовой и оптической электроники.				
ПК-1	Умеет: использовать математический аппарат квантовой электроники, теории волн и электродинамики сплошных сред для анализа работы и расчета характеристик приборов квантовой электроники; использовать возможности и технические характеристики приборов и устройств квантовой и оптической электроники в современных радиосистемах	++			
ПК-1	Имеет практический опыт: навыками привлекать для решения проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, соответствующий физико-математический аппарата; навыками использования устройств квантовой и опти-ческой электроники в радиоэлектронных системах;	++			
ПК-2	Знает: основные научно-технические проблемы и перспективы развития квантовых и оптоэлектронных приборов и устройств, а также основные области их применения и степени экологической опасности; основные физические и математические модели кванто-вых приборов и компонентов систем, используемых на этапах расчета и проектирования радиоэлектронных сис-тем и комплексов			+++	
ПК-2	Умеет: использовать базовые элементы квантовой и оптической электроники и применять основные методы анализа квантовых и оптоэлектронных устройств для решения задач в системах передачи и обработки информации; ориентироваться в технической документации, делать оптимальный выбор оборудования.			+++	
ПК-2	Имеет практический опыт: методиками расчета основных характеристик систем связи, локационных и навигационных систем и комплексов, использующих оптический диапазон; методологией использования аппаратуры для измерения характеристик радиотехнических систем оптического диапазона; методами использования физических и математических моделей компонентов и устройств оптического диапазона, используемых на этапах расчета и проектирования систем и комплексов				+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. 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.
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

б) дополнительная литература:

1. Пихтин, А. Н. Оптическая и квантовая электроника Учеб. для вузов по направлению "Электроника и микроэлектроника" А. Н. Пихтин. - М.: Высшая школа, 2001. - 572, [1] с. ил.

2. Базовые лекции по электронике [Текст] сборник : в 2 т. Т. 1
Электрoвакуумная, плазменная и квантовая электроника Ж. И. Алферов и др. ;
под общ. ред. В. М. Пролейко. - М.: Техносфера, 2009. - 479 с.

3. Дудкин, В. И. Квантовая электроника. Приборы и их применение
Учеб. пособие для вузов по направлению подгот. 140400 "Техн. физика" В. И.
Дудкин, Л. Н. Пахомов. - М.: Техносфера, 2006. - 432 с. ил.

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

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. РАДИОФОТОНИКА

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. РАДИОФОТОНИКА

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Учебно-методические материалы кафедры	Баранов В.К. СШП СИСТЕМЫ и РАДИОФОТОНИКА http://ict.susu.ru/ОСНОВЫ КВАНТОВОЙ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ
2	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Учебно-методические материалы кафедры	Баранов В.К. КОМПОНЕНТЫ РАДИОФОТОННЫХ СИСТЕМ http://ict.susu.ru/ОСНОВЫ КВАНТОВОЙ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

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 (Ш21)	Мультимедийный класс
Лабораторные занятия	406 (Ш21)	Персональные компьютеры