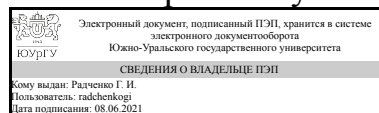


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Высшая школа электроники и
компьютерных наук



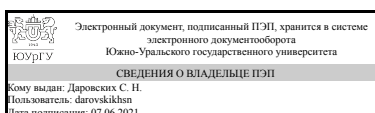
Г. И. Радченко

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.15 Основы квантовой радиоэлектроники
для специальности 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы
уровень Специалитет
форма обучения очная
кафедра-разработчик Инфокоммуникационные технологии

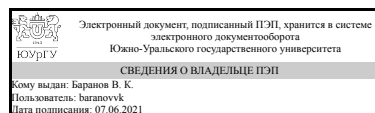
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, утверждённым приказом Минобрнауки от 09.02.2018 № 94

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



С. Н. Даровских

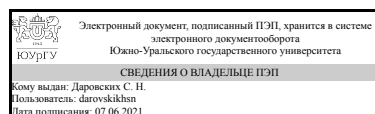
Разработчик программы,
к.техн.н., доц., доцент



В. К. Баранов

СОГЛАСОВАНО

Руководитель специальности
д.техн.н., доц.



С. Н. Даровских

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
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	Знает: методы системного и критического анализа; основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности; методы вычислительной физики и математического моделирования структур, приборов квантовой и оптической электроники. Умеет: использовать физическую сущность процессов, протекающих при взаимодействии электромагнитного (оптического) излучения с веществом, возможности и технические характеристики приборов и устройств квантовой и оптической электроники; создавать и анализировать на основе физических законов и их следствий теоретические модели явлений природы, получить навыки использования в

	<p>практике важнейших физических измерительных приборов и приемов.</p> <p>Имеет практический опыт: владения методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; навыками использования устройств квантовой и оптической электроники радиоэлектронных системах; навыками привлекать для решения проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, соответствующий физико-математический аппарат.</p>
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.04.04 Теория вероятностей и математическая статистика, 1.Ф.05 Практикум по виду профессиональной деятельности, 1.Ф.06 Введение в специальность, 1.О.04.03 Специальные главы математики, 1.О.04.02 Математический анализ	1.Ф.17 Антенные устройства радиоэлектронных средств, 1.Ф.04 Основы теории систем и комплексов радиоэлектронной борьбы, 1.Ф.23 Методы оптимизации 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.О.04.04 Теория вероятностей и математическая статистика	<p>Знает: основные понятия и методы теории вероятностей и математической статистики, типовые законы распределения случайных величин, основные формулы математической статистики для решения прикладных задач в профессиональной деятельности., основные понятия и методы теории вероятностей и математической статистики, типовые законы распределения случайных величин, основные формулы математической статистики для решения прикладных задач в профессиональной деятельности. Умеет: применять математические пакеты программ для решения типовых задач теории вероятностей и математической статистики., применять математические пакеты программ для решения типовых задач теории вероятностей и математической статистики.</p> <p>Имеет практический опыт: навыками использования методов теории вероятностей и математической статистики для решения задач профессиональной деятельности по обработке результатов экспериментального исследования., навыками использования методов теории вероятностей и математической статистики для решения задач профессиональной деятельности</p>

	по обработке результатов экспериментального исследования.
1.О.04.03 Специальные главы математики	<p>Знает: основные понятия векторного и комплексного анализа, теории рядов; основные математические методы специальных разделов математики, применяемые в исследовании профессиональных проблем., основные понятия векторного и комплексного анализа, теории рядов; основные математические методы специальных разделов математики, применяемые в исследовании профессиональных проблем.</p> <p>Умеет: использовать в профессиональной деятельности базовые знания специальных разделов математики; применять математические модели простейших систем и процессов для решения профессиональных задач., использовать в профессиональной деятельности базовые знания специальных разделов математики; применять математические модели простейших систем и процессов для решения профессиональных задач. Имеет практический опыт: использования средств и методов векторного и комплексного анализа, теории рядов в и основ математического моделирования в практической деятельности., использования средств и методов векторного и комплексного анализа, теории рядов в и основ математического моделирования в практической деятельности.</p>
1.Ф.05 Практикум по виду профессиональной деятельности	<p>Знает: характеристики современной элементной базы цифровых устройств, номенклатуру интегральных схем отечественного и зарубежного производства, выполняющих основные функции радиотехнических устройств., методы системного и критического анализа; современное состояние проблем в своей профессиональной области. Умеет: использовать современные САПР для проведения расчетов и проектирования цифровых радиотехнических устройств., применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; формулировать цели и задачи научных исследований. Имеет практический опыт: в навыках разработки и моделирования схем цифровых устройств с использованием языков описания аппаратуры., методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций.</p>
1.Ф.06 Введение в специальность	<p>Знает: методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации, иметь представление о содержании учебного плана выбранной специальности, о требованиях, предъявляемых к выпускнику вуза. Умеет: Осуществлять исследования и разработки, направленные на создание и обеспечение функционирования устройств и систем, основанных на использовании электромагнитных колебаний и волн, и предназначенных для</p>

	передачи, приема и обработки информации, получения информации об окружающей среде, природных и технических объектах, а также воздействия на природные или технические объекты с целью изменения их свойств. Имеет практический опыт: владения методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий в области данной специальности.
1.О.04.02 Математический анализ	<p>Знает: основные понятия и методы дифференциального и интегрального исчисления функций одной и нескольких переменных; основные методы решения стандартных задач, использующих аппарат математического анализа., основные понятия и методы дифференциального и интегрального исчисления функций одной и нескольких переменных; основные методы решения стандартных задач, использующих аппарат математического анализа.</p> <p>Умеет: использовать методы математического анализа для решения стандартных профессиональных задач; применять математический аппарат для аналитического описания процессов и явлений в профессиональных дисциплинах., использовать методы математического анализа для решения стандартных профессиональных задач; применять математический аппарат для аналитического описания процессов и явлений в профессиональных дисциплинах. Имеет практический опыт: решения прикладных задач с использованием методов математического анализа; применения дифференциального и интегрального исчисления функций одной и нескольких переменных в дисциплинах естественнонаучного содержания., решения прикладных задач с использованием методов математического анализа; применения дифференциального и интегрального исчисления функций одной и нескольких переменных в дисциплинах естественнонаучного содержания.</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 часов	Распределение 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
Самостоятельная работа (СРС)	53,75	53,75
с применением дистанционных образовательных технологий	0	
Реферат: Радиофотоника. Принципы построения радиофотонных систем. Проблемы, решаемые методами и средствами радиофотоники.	33,75	33.75
Доклад с презентацией: Активные квантовые среды для полупроводниковых и волоконно-оптических лазеров.	20	20
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 радиофотонных схем. Принципы построения радиофотонных 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	2

		оптической накачкой. Четырёхуровневая схема. Анализ четырёхуровневой схемы. Особенности и характеристики четырёхуровневой схеме с оптической накачкой (ОН). Многоуровневые схемы оптической накачкой Стимулированное Бриллюэновское рассеяние. Стимулированное Рамановское рассеяние	
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 частоты оптического резонатора. Устойчивость ООР. Мощность на выходе лазера, 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 излучение + положительная оптическая обратная связь. Динамика развития генерации в квантовом генераторе. Условия самовозбуждения 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 электромагнитным 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 энергетический спектр молекулы аммиака Образование пучка молекул. Сортировка молекул. Параметры сортирующей системы. Режим усиления. Коэффициент усиления и полоса пропускания. Режим генерации. Выходная мощность мазера на аммиаке. Стабильность частоты мазера на аммиаке. Мазер на пучке атомов водорода. Принцип действия квантового генератора на пучке атомов водорода. Магнитный дипольный переход между уровнями сверхтонкой структуры атома водорода. Сортирующая система (СС) мазера на водороде. Особенности устройства генератора на пучке атомов водорода. Квантовые парамагнитные усилители (КПУ) СВЧ диапазона. Электронные переходы между энергетическими уровнями парамагнитных ионов в диэлектриках, расщепленными внешними или внутренними полями. Квантовые переходы между Зеемановскими подуровнями парамагнитных ионов в кристаллах во внешнем магнитном поле. КПУ бегущей волны. Резонаторные КПУ отражательного проходного типа.	2
6	2	Газовые лазеры. Особенности активной среды. Типы переходов между рабочими энергетическими уровнями в нейтральных или ионизированных атомах и молекулах (электронные, колебательные, вращательные). Условия создания инверсии населённостей в газовых лазерах. Методы накачки газовых лазеров (газоразрядные, газодинамические, химические) Гелий-неоновый лазер. Инверсия населённостей в электрическом разряде (газоразрядные лазеры). Функция электронов в плазме газоразрядного лазера. Процессы в плазме ПС, приводящие к накачке лазерных переходов. Особенности конструкция гелий-неонового лазера.	2

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 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 p-i-n	2

		<p>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 радиопотонных 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 радиопотонных компонентов, предназначенных для высокоскоростной передачи цифровых потоков данных, а так же сложно-модулированных и шумоподобных сигналов, обеспечивающих качественное улучшение технических характеристик приемно-передающих устройств. Разработка сверхширокополосных линий передачи ВЧ сигнала на основе радиопотонных компонентов, обеспечивающих сверхширокополосную обработку сигнала.</p>	2

5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	Основы квантовой теории лазеров. Активные среды лазеров. Эффективное сечение, Усиление -поглощение квантовой среды. Условия усиления и генерации квантовой среды	4
2	2	Лазеры на основе конденсированных сред. Полупроводниковые лазеры. Волоконные лазеры	2
3	3	Управление оптическим излучением. Модуляторы на основе интерферометра Маха-Цендера. Оптические передатчики. Приёмники оптического излучения	4
4	4	Радиофотоника. Интегральные оптоэлектронные и фотонные компоненты радиофотоники. Принципы построения радиофотонных систем. Проблемы, решаемые методами и средствами радиофотоники.	6

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Реферат: Радиофотоника. Принципы построения радиофотонных систем. Проблемы, решаемые методами и средствами радиофотоники.	Методические указания по выполнению СРС	8	33,75
Доклад с презентацией: Активные квантовые среды для полупроводниковых и волоконно-оптических лазеров.	Методические указания к Лабораторно-практической работе "АКТИВНЫЕ СРЕДЫ КВАНТОВЫХ ПРИБОРОВ"	8	20

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-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи-тыва-ется 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	1	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. Оценочные материалы

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ				
		1	2	3	4	5
УК-1	Знает: методы системного и критического анализа; основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности; методы вычислительной физики и математического моделирования структур, приборов квантовой и оптической электроники.	+	+	+	+	+
УК-1	Умеет: использовать физическую сущность процессов, протекающих при взаимодействии электромагнитного (оптического) излучения с веществом, возможности и технические характеристики приборов и устройств квантовой и оптической электроники; создавать и анализировать на основе физических законов и их следствий теоретические модели явлений природы, получить навыки использования в практике важнейших физических измерительных	+	+	+	+	+

	приборов и приемов.					
УК-1	Имеет практический опыт: владения методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; навыками использования устройств квантовой и оптической электроники радиоэлектронных системах; навыками привлекать для решения проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, соответствующий физико-математический аппарат.	++	++	++	++	++

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. 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 Электровакуумная, 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:

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. РАДИОФОТОНИКА

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

2. РАДИОФОТОНИКА

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
1	Методические пособия	СШП СИСТЕМЫ и	Электронный архив	ЛокальнаяСеть /

	для самостоятельной работы студента	РАДИОФОТОНИКА	ЮУрГУ	Свободный
2	Методические пособия для самостоятельной работы студента	КОМПОНЕНТЫ РАДИОФОТОННЫХ СИСТЕМ	Электронный архив ЮУрГУ	ЛокальнаяСеть / Свободный

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
Лабораторные занятия	406 (ПЛК)	Персональные компьютеры