

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
 УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**
**"РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
 В.Ф. УТКИНА"**

СОГЛАСОВАНО
 Зав. выпускающей кафедры

УТВЕРЖДАЮ
 Проректор по УР
 А.В. Корячко

Лазерные и волоконно-оптические устройства рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Электронных приборов**
 Учебный план 11.03.04_21_00.plx
 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника
 Квалификация **бакалавр**
 Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **6 ЗЕТ**

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
Неделя	16			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	48	48	48	48
Лабораторные	32	32	32	32
Практические	16	16	16	16
Иная контактная работа	0,35	0,35	0,35	0,35
Консультирование перед экзаменом и практикой	2	2	2	2
Итого ауд.	98,35	98,35	98,35	98,35
Контактная работа	98,35	98,35	98,35	98,35
Сам. работа	64	64	64	64
Часы на контроль	53,65	53,65	53,65	53,65
Итого	216	216	216	216

Программу составил(и):

д. физ-мат.н., проф., Чиркин Михаил Викторович

Рабочая программа дисциплины

Лазерные и волоконно-оптические устройства

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и микроэлектроника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 927)

составлена на основании учебного плана:

11.03.04 Электроника и микроэлектроника

утвержденного учёным советом вуза от 25.06.2021 протокол № 10.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Электронных приборов

Протокол от 02.06.2021 г. № 6

Срок действия программы: 2021-2025 уч.г.

Зав. кафедрой Чиркин Михаил Викторович

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры
Электронных приборов

Протокол от _____ 2022 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры
Электронных приборов

Протокол от _____ 2023 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры
Электронных приборов

Протокол от _____ 2024 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры

Электронных приборов

Протокол от _____ 2025 г. № ____

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1.1	формирование систематических знаний о лазерах, лазерных и волоконно-оптических устройствах, предназначенных для передачи и обработки информации, измерений физических величин, локации, систем управления и навигации, исследований окружающей среды, записи и воспроизведения информации с последующим использованием полученных компетенций при разработке, производстве и применении в устройствах современной оптической электроники, наноэлектроники и лазерной техники.
1.2	Задачи дисциплины:
1.3	– изучение основ функционирования, принципов построения и основных характеристик лазерных и волоконно-оптических устройств;
1.4	- формирование научного подхода к изучению квантовых и оптоэлектронных приборов, навыков решения теоретических и практических задач их конструирования;
1.5	- изучение методов расчета оптических резонаторов и законов преобразования лазерных пучков оптическими элементами;
1.6	– формирование знаний, умений и навыков в области материалов и технологий оптических волокон, включая активированные волокна для оптических усилителей, фоточувствительные оптические волокна и брэгговские решетки для спектральных фильтров и мультиплексоров;
1.7	– изучение принципов действия волоконно-оптических датчиков, лазерных измерительных устройств, оптических ближнепольных микроскопов;
1.8	– изучение структуры и принципа работы волоконно-оптических и лазерных гироскопов, лидаров и лазерных сканеров, лазерно-лучевых систем телеметрии;
1.9	– изучение лазерных методов записи и воспроизведения оптической информации;
1.10	– приобретение практических навыков измерений характеристик оптических волокон и параметров компонентов волоконно-оптических линий связи.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Данная дисциплина базируется на знаниях, полученных при изучении следующих дисциплин учебного плана: «Схемотехника», «Тепловые процессы в электронике», «Электромагнитные поля и волны. Ч.2», «Твердотельная электроника», «Технологические процессы наноэлектроники», «Цифровая обработка сигналов в электронных устройствах».
2.1.2	До начала изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:
2.1.3	знать: общие разделы высшей математики (дифференциальное и интегральное исчисление), разделы физики (механика, электричество и магнетизм, атомная физика, молекулярная физика), закономерности взаимодействия оптического излучения с квантовыми системами, основную научную и техническую терминологию в области квантовой электроники, практические применения приборов квантовой и оптической электроники. Предполагается, что студентами ранее усвоены энергетические диаграммы металлов, полупроводников и диэлектриков, понятия диффузии и подвижности носителей тока, диффузионного и дрейфового токов, механизмы генерации и рекомбинации подвижных носителей заряда в полупроводниках, функции распределения по энергиям, уравнения Максвелла, законы геометрической и волновой оптики.
2.1.4	уметь: применять на практике основные приемы и программные средства обработки и представления данных в соответствии с задачей исследования характеристик и параметров приборов оптической и квантовой электроники;
2.1.5	владеть: навыками работы с современными цифровыми измерительными приборами, измерительными технологиями и пакетами прикладных программ.
2.2 Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2.2.2	Лазерные технологии в промышленности
2.2.3	Микропроцессоры в электронных устройствах
2.2.4	Преддипломная практика
2.2.5	Производственная практика
2.2.6	Световые технологии

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ПК-2: Способен анализировать, систематизировать и обобщать результаты исследований приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	
ПК-2.1. Анализирует научные данные, результаты экспериментов и наблюдений	

Знать современные парадигмы и проблемы в области расчета и анализа оптических и оптико-электронных приборов; особенности современного этапа развития науки об оптико-электронных приборах и практики их применения. Уметь анализировать физическую сущность процессов при распространении электромагнитных волн в оптико-электронных приборах, в том числе при использовании их в различных приборах электронной техники; адаптировать современные методы расчета данных процессов к потребностям электроники и нанoeлектроники. Владеть методами применения соответствующего физико-математического аппарата для расчета и анализа оптико-электронных приборов.
ПК-2.2. Систематизирует и обобщает результаты исследований приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, представляет материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций Знать методы поиска и анализа научно-технической информации в области исследования оптико-электронных приборов с использованием современных приборов и устройств. Уметь самостоятельно осуществлять поиск информации о современных способах исследования оптико-электронных приборов с использованием современных приборов и устройств. Владеть методами работы с учебной, научной литературой, публикациями в научных журналах и сети Интернет в области оптико-электронных приборов с использованием современных приборов и устройств; способами осмысления и критического анализа научной информации.

ПК-4: Способен разрабатывать микроволновые, оптические и опто-электронные приборы и комплексы	
ПК-4.1. Разрабатывает функциональные и структурные схемы микроволновых, оптоэлектронных, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов	
Знать правила конструирования оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. Уметь работать с номенклатурой и типами комплектующих изделий. Владеть навыками разработки структурных схем оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов с определением физических принципов действия устройств, их структур и установлением технических требований на отдельные блоки и элементы.	
ПК-4.2. Проводит расчет параметров микроволновых, оптических и оптико-электронных приборов на основе знаний о их физическом принципе действия	
Знать правила проектирования оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. Уметь рассчитывать параметры оптико-электронных, механических блоков, узлов и деталей. Владеть навыками разработки функциональных схем оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов с определением физических принципов действия устройств, их структур и установлением технических требований на отдельные блоки и элементы.	

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	физические и математические модели распространения оптического излучения в свободном пространстве и оптическом волокне, законы преобразования лазерных пучков оптическими элементами пассивных и активных компонентов волоконно-оптических устройств; методы и приборы для экспериментального исследования характеристик оптических волокон, способы модуляции добротности оптических резонаторов, методы и особенности преобразования информации, переносимой оптическими волнами, в электрические сигналы.
3.2	Уметь:
3.2.1	моделировать характеристики оптических волокон, рассчитывать оптические резонаторы и волоконно-оптические системы, в том числе с применением стандартных программных средств; измерять характеристики оптических волокон и пассивных элементов оптических устройств.
3.3	Владеть:
3.3.1	способами проектирования оптических систем и волоконно-оптических устройств; навыками применения измерительных устройств для определения характеристики оптических волокон, лазерными методами регистрации расстояний, перемещений, линейных и угловых скоростей, ускорений, рельефа поверхности.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Форма контроля
	Раздел 1.					
1.1	Оптические резонаторы и методы их расчета /Тема/	7	0			
1.2	Добротность резонатора, основные причины потерь. Типы и классификация открытых резонаторов, условие и диаграмма их устойчивости. Продольные и поперечные виды колебаний (моды) открытых резонаторов. Методы селекции поперечных и продольных мод. Гауссовы пучки, комплексный параметр гауссова пучка и законы его преобразования в свободном пространстве и в линзе. Расчет гауссова пучка в устойчивом резонаторе. Связь параметров гауссова пучка с геометрией резонатора. Спектр собственных частот оптического	7	8	ПК-4.2-3 ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Э1 Э2 Э3	Экзамен
1.3	Добротность резонатора, основные причины потерь. Типы и классификация открытых резонаторов, условие и диаграмма их устойчивости. Продольные и поперечные виды колебаний (моды) открытых резонаторов. Методы селекции поперечных и продольных мод. Изучение конспекта лекций. /Ср/	7	6	ПК-4.2-3 ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Э1 Э2 Э3	Экзамен
1.4	Гауссовы пучки, комплексный параметр гауссова пучка и законы его преобразования в свободном пространстве и в линзе; расчет гауссова пучка в устойчивом резонаторе. /Пр/	7	6	ПК-4.2-3 ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Э1 Э2 Э3	Экзамен
1.5	Лазерные диоды /Тема/	7	0			
1.6	Принцип построения инжекционного лазера на базе р-п перехода в полупроводниках с прямой структурой энергетических зон. Особенности оптического пучка, формируемого в лазерных диодах. Особенности активной среды и преимущества лазеров на гетероструктурах. Конструкции лазерных диодов на двойных гетероструктурах; структуры с направленным усилением и с вертикальным резонатором. Формирование оптического пучка в промышленно выпускаемых лазерных диодах. Устройство и конструкции лазерных модулей.	7	8	ПК-4.2-3 ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Э1 Э2 Э3	Экзамен

1.7	Принцип построения инжекционного лазера на базе р-п перехода. Особенности активной среды и преимущества лазеров на гетероструктурах. Конструкции лазерных диодов на двойных гетероструктурах. Устройство и конструкции лазерных модулей. Изучение конспекта лекций. /Ср/	7	6	ПК-4.2-З ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-2.1-З ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-З ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-4.1-З ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Э1 Э2 Э3	Экзамен
1.8	Распространение излучения в оптическом волокне. Типы и характеристики оптических волокон /Тема/	7	0			
1.9	Преимущества оптического волокна как среды для передачи информации. Особенности передачи информации по оптическому волокну. Оптическое волокно как диэлектрический волновод: полное внутреннее отражение и конструкция световода, распространение оптического излучения в оптических волокнах, моды оптического диэлектрического волновода и распределение мощности между ними, числовая апертура оптического волокна, затухание сигнала в оптическом волокне, окна прозрачности. Потери излучения в оптическом волокне: количественные характеристики затухания и факторы, приводящие к затуханию. Технология изготовления оптических волокон, метод химического парофазного осаждения и его модификации. /Лек/	7	10	ПК-4.2-З ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-2.1-З ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-З ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-4.1-З ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Э1 Э2 Э3	Экзамен
1.10	Потери излучения в оптическом волокне. Технология изготовления оптических волокон. Хроматическая дисперсия и уширение передаваемого импульса. Коэффициент дисперсии. Поляризационная модовая дисперсия. Межмодовая дисперсия в многомодовом волокне. Многомодовые волокна со ступенчатым и параболическим профилями показателя преломления (градиентные волокна). Подготовка к лабораторным работам. Изучение конспекта лекций. Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета. /Ср/	7	10	ПК-4.2-З ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-2.1-З ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-З ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-4.1-З ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Э1 Э2 Э3	Экзамен
1.11	Анализ модовой структуры оптического излучения и измерение числовой апертуры волоконных световодов; формирование, регистрация и затухание излучения в оптическом волокне; исследование затухания при изгибах световодов. /Лаб/	7	16	ПК-4.2-З ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-2.1-З ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-З ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-4.1-З ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Э1 Э2 Э3	Экзамен, отчет по лабораторной работе
1.12	Компоненты волоконно-оптических устройств /Тема/	7	0			

1.13	Компенсация дисперсии в волоконно-оптических линиях связи; DC-волокна. Волокна с ненулевой смещенной дисперсией (NZDS-волокна). Механизмы дополнительных потерь из-за несовершенства волокна: изгибы, различие диаметров модовых пятен, смещение сердцевин волокон. Сварные соединения волокон; причины потерь при сращивании, выравнивание волокон, технология сварки и требования к качеству соединений. Требования к источникам и приемникам излучения волоконно-оптических устройств. Фоторезистивные приемники лазерного излучения и их характеристики. Свойства фотодиодов. PIN-фотодиод и лавинный фотодиод, их конструкции и характеристики. Волоконно-оптические усилители. /Лек/	7	8	ПК-4.2-3 ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Э1 Э2 Э3	Экзамен
1.14	Механизмы дополнительных потерь из-за несовершенства волокна: изгибы, различие диаметров модовых пятен, смещение сердцевин волокон. Сварные соединения волокон; причины потерь при сращивании, выравнивание волокон, технология сварки и требования к качеству соединений. Требования к источникам и приемникам излучения волоконно-оптических устройств. PIN-фотодиод и лавинный фотодиод, их конструкции и характеристики. Волоконно-оптические усилители. Пассивные элементы волоконно-оптических устройств. Оптические разветвители и их типы, мультиплексоры и демультиплексоры. Оптические аттенуаторы. Оптические изоляторы на эффекте Фарадея. Оптические фильтры и их применения. Волоконно-оптические кабели со свободным буфером и с плотным буфером. Оптические разъемы, их типы и конструкции. Изучение конспекта лекций. Подготовка к ЛР. Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета. /Ср/	7	14	ПК-4.2-3 ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Э1 Э2 Э3	Экзамен
1.15	Исследование характеристик соединителей и аттенуаторов волоконно-оптических устройств; импульсная модуляция излучения лазерного диода и распространение сигнала в волоконно- оптической линии связи; поиск неисправности оптической линии связи с помощью оптического тестера и исследование характеристик оптического разветвителя. /Лаб/	7	16	ПК-4.2-3 ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Э1 Э2 Э3	Экзамен, отчет по лабораторной работе
1.16	Волоконно-оптические датчики /Тема/	7	0			
1.17	Волоконно-оптические датчики: принципы функционирования, миниатюризация, разработка интегральных датчиков. Волоконно-оптические интерферометры. Датчики на основе изменения интенсивности, поляризации и сдвига частоты света. /Лек/	7	2	ПК-4.2-3 ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Э1 Э2 Э3	Экзамен

1.18	Волоконно-оптические интерферометры. Датчики на основе изменения интенсивности, поляризации и сдвига частоты света. Оптическая ближнепольная микроскопия: преодоление дифракционного предела в оптике (критерий Рэлея). Изучение конспекта лекций. /Ср/	7	4	ПК-4.2-З ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-2.1-З ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-З ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-4.1-З ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Э1 Э2 Э3	Экзамен
1.19	Устройство и технологии формирования ближнепольных оптических зондов, принцип построения и возможности ближнепольного микроскопа. /Пр/	7	6	ПК-4.2-З ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-2.1-З ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-З ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-4.1-З ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Э1 Э2 Э3	Экзамен
1.20	Лазерные методы исследования окружающей среды, измерения расстояний и скоростей /Тема/	7	0			
1.21	Интерферометрические принципы регистрации линейных перемещений на основе гелий-неоновых лазеров: лазерные интерферометры со счетом полос на основе квадратурных сигналов и на основе частотной модуляции. Особенности гелий-неоновых лазеров, предназначенных для интерферометрических устройств. Источники погрешности интерферометрических методов. /Лек/	7	4	ПК-4.2-З ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-2.1-З ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-З ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-4.1-З ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Э1 Э2 Э3	Экзамен
1.22	Лазерные интерферометры со счетом полос на основе квадратурных сигналов и на основе частотной модуляции. Источники погрешности интерферометрических методов. Принципы построения лазерных дальнометров. Импульсные лазерные дальнометры. Типы оптических затворов. Использование электрооптических и акустооптических затворов для модуляции добротности. Оптическая схема лазерного дальнометра, требования к приемному каналу. Лазерные прицелы-дальнометры. Лазерная локация, лидары. Лазерное сканирование поверхности (лазерные сканеры). Лазерно-лучевые системы телеориентации. Фазовые лазерные дальнометры. Лазерные доплеровские измерители скорости на основе лазеров на углекислом газе. Сравнительная характеристика возможностей различных методов регистрации загрязнений: оптическая локация, комбинационное рассеяние, резонансная флюоресценция, поглощение с однократным прохождением и с отражением от местных объектов, дифференциальный метод. Изучение конспекта лекций. /Ср/	7	14	ПК-4.2-З ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-2.1-З ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-З ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-4.1-З ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Э1 Э2 Э3	Экзамен
1.23	Оптическая гироскопия /Тема/	7	0			

1.24	Эффект Саньяка. Принципиальная схема интерферометра Саньяка. Волоконно-оптические гироскопы, их применение. Повышение чувствительности волоконно-оптических гироскопов: метод несимметричной фазовой модуляции, компенсационный метод. Источники паразитных сигналов и шумов в волоконно-оптических гироскопах. Особенности эффекта Саньяка в кольцевом лазере. Требования к кольцевым лазерам для оптической гироскопии. Формирование квадратурных информационных сигналов в лазерном гироскопе. /Лек/	7	6	ПК-4.2-3 ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Э1 Э2 Э3	Экзамен
1.25	Принципиальная схема интерферометра Саньяка. Волоконно-оптические гироскопы, их применение. Повышение чувствительности волоконно-оптических гироскопов: метод несимметричной фазовой модуляции, компенсационный метод. Формирование квадратурных информационных сигналов в лазерном гироскопе. Источники случайной погрешности при измерениях угловой скорости и угловых перемещений с помощью лазерных гироскопов. Естественные флуктуации и предел чувствительности лазерных гироскопов. Изучение конспекта лекций. /Ср/	7	8	ПК-4.2-3 ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Э1 Э2 Э3	Экзамен
1.26	Расчет частотной характеристики лазерного гироскопа. Равномерное вращение лазерного гироскопа и явление синхронизации встречных волн (захвата). /Пр/	7	4	ПК-4.2-3 ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Э1 Э2 Э3	Экзамен
1.27	Лазерные методы записи и воспроизведения информации /Тема/	7	0			
1.28	Компакт-диски (CD, DVD, BD): геометрия диска, кодирование информации, информационная структура, запись и считывание информации, технология производства. /Лек/	7	2	ПК-4.2-3 ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Э1 Э2 Э3	Экзамен
1.29	Компакт-диски (CD, DVD, BD): геометрия диска, кодирование информации, информационная структура, запись и считывание информации, технология производства. Изучение конспекта лекций. /Ср/	7	2	ПК-4.2-3 ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Э1 Э2 Э3	Экзамен

	Раздел 2.					
2.1	ИКР /Тема/	7	0			
2.2	ИКР /ИКР/	7	0,35	ПК-4.2-3 ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1	Экзамен
2.3	Кнс /Кнс/	7	2	ПК-4.2-3 ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1	Экзамен
2.4	Экзамен /Экзамен/	7	53,65	ПК-4.2-3 ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1	Экзамен

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Оценочные материалы по дисциплине "Лазерные и волоконно-оптические устройства").

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.1	Шангина Л. И.	Квантовая и оптическая электроника : учебное пособие	Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012, 301 с.	2227-8397, http://www.iprbookshop.ru/13939.html

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.2	Шандаров В. М.	Основы физической и квантовой оптики : учебное пособие	Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012, 197 с.	5-86889-228-3, http://www.iprbookshop.ru/14018.html
Л1.3	Астайкин А. И., Смирнов М. К., Астайкин А. И.	Квантовые и оптоэлектронные приборы и устройства : учебное пособие	Саров: Российский федеральный ядерный центр – ВНИИЭФ, 2011, 343 с.	978-5-9515-0159-2, http://www.iprbookshop.ru/60849.html
Л1.4	Киселев Г. Л.	Квантовая и оптическая электроника	Санкт-Петербург: Лань, 2017, 316 с.	978-5-8114-1114-6, https://e.lanbook.com/book/91904
Л1.5	Звелто О.	Принципы лазеров	М.:Мир, 1990, 560с	5-03-001053-X, 1
Л1.6	Пихтин А.Н.	Оптическая и квантовая электроника : Учеб.для вузов	М.:Выш.шк., 2001, 576с.	5-06-002703-1, 1
Л1.7	Козлов Б.А.	Волоконная оптика. Физические основы, волоконно-оптические компоненты, линии связи, волоконные лазеры, волоконные датчики : учеб. пособие	Рязань, 2015, 256с.	, 1

6.1.2. Дополнительная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.1	Скляр О. К.	Волоконно-оптические сети и системы связи	Москва: СОЛОН-Пресс, 2016, 266 с.	5-98003-147-2, http://www.iprbookshop.ru/90258.html
Л2.2	Ермуратский П.В., Косякин А.А., Листвин В.С., Лычкина Г.П., Нетушил А.В., Минкин Ю.Б.	Справочное пособие по основам электротехники и электроники	М.:Энергоатом издат, 1995, 352с.	5-283-00649-2, 1
Л2.3	Ильин В.И., Мусихин С.Ф., Шик А.Я.	Варизонные полупроводники и гетероструктуры : Учеб.пособие	СПб.:Наука, 2000, 100с.	5-02-024935-1, 1
Л2.4	Фриман Р.	Волоконно-оптические системы связи	М.:Техносфера, 2006, 495с.	5-94836-010-5, 1

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.5	Ермаков О.Н., Пихтин А.Н., Протасов Ю.Ю., Тарасов С.А.	Оптроника	М.: Янус-К, 2011, 612 с.	978-5-8037-0506-2, 1
Л2.6	Ермаков О.Н., Пихтин А.Н., Протасов Ю.Ю., Тарасов С.А.	Физические основы полупроводниковой оптоэлектроники. Когерентная оптоэлектроника	М.: Янус-К, 2010, 700 с.	978-5-8037-0505-5, 1

6.1.3. Методические разработки

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л3.1	Морозов Д.А., Чиркин М.В.	Лазерные и волоконно-оптические информационные устройства : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2012,	, https://elib.rsru.ru/ebs/download/1590

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Сайт журнала «Электроника»
Э2	Электронно-библиотечная система «IPRBook»
Э3	Электронно-библиотечная система «Лань»

6.3 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

Наименование	Описание
Операционная система Windows	Коммерческая лицензия
Kaspersky Endpoint Security	Коммерческая лицензия
Adobe Acrobat Reader	Свободное ПО
LibreOffice	Свободное ПО
OpenOffice	Свободное ПО
Lazarus	Свободное ПО
Pascal	Свободное ПО
7 Zip	Свободное ПО
DOSBox	Свободное ПО
Операционная система MS DOS	Бессрочно. Корпоративная лицензия Microsoft Imagine Membership ID 700565239
Файловый менеджер FAR	Свободное ПО

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1	358 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специализированная мебель (200 мест), компьютер с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ, мультимедиа проектор, экран, доска.
2	317 лабораторный корпус. Учебная лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием. Учебная лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием. Аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. 22 места, учебно-лабораторные стенды для измерения характеристик и исследования лазерных и волоконно-оптических систем, прибор комбинированный цифровой ИЦ 4313, АРРА -207, осциллограф АСК-1021, осциллограф GOS-622G, осциллограф С1-220, источник питания GPR-30H10-D, вольтметр В7-27А/1, специализированная мебель, мультимедийное оборудование, магнито-маркерная доска

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Методическое обеспечение дисциплины приведено в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Методические указания дисциплины "Лазерные и волоконно-оптические устройства").

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
КАФЕДРЫ

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Серебряков Андрей
Евгеньевич, Заместитель заведующего кафедрой

20.09.23 14:59 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
ВЫПУСКАЮЩЕЙ
КАФЕДРЫ

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Чиркин Михаил
Викторович, Ректор

20.09.23 17:14 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО
ПРОРЕКТОРОМ ПО УР

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Корячко Алексей
Вячеславович, Проректор по учебной работе

21.09.23 08:55 (MSK)

Простая подпись