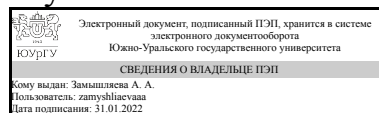


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Институт естественных и точных
наук



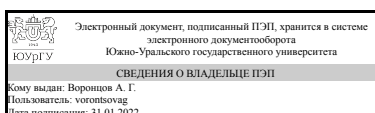
А. А. Замышляева

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П1.14.01 Квантовая и оптическая электроника
для направления 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника
уровень Бакалавриат
профиль подготовки Нанoeлектроника: проектирование, технология, применение
форма обучения очная
кафедра-разработчик Физика наноразмерных систем

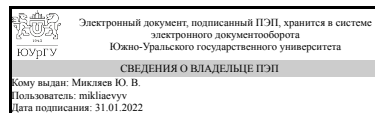
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 927

Зав.кафедрой разработчика,
д.физ.-мат.н., доц.



А. Г. Воронцов

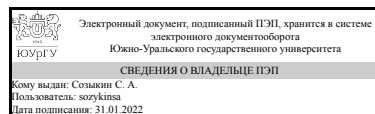
Разработчик программы,
д.физ.-мат.н., профессор



Ю. В. Микляев

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной
программы
к.физ.-мат.н., доц.



С. А. Созыкин

1. Цели и задачи дисциплины

Целью преподавания дисциплины является обеспечение подготовки студентов в области физических основ квантовой электроники и развивающихся на этой основе технологий и устройств работающих в оптическом диапазоне. Основной задачей дисциплины является изучение принципов действия, характеристик, параметров и технологических особенностей важнейших узлов и элементов, используемых в оптических системах. К их числу относятся квантовые генераторы и усилители, оптические модуляторы и дефлекторы, фотодиоды и фотоприемные устройства, приборы, основанные на использовании нелинейной и интегральной оптики, голографии, оптико-электронные системы управления пространственным и временным спектром излучения квантовых приборов. В результате изучения настоящей дисциплины студенты приобретут фундаментальные знания для изучения последующих специальных дисциплин, а также получат практические навыки, необходимые для работы специалистов в области технологий и оборудования для электронного машиностроения

Краткое содержание дисциплины

Способы описания и характеристики электромагнитного излучения оптического диапазона. Физические основы взаимодействия оптического излучения с квантовыми системами; энергетические состояния квантовых систем; оптические переходы, структура спектров; ширина, форма и уширение спектральных линий. Усиление оптического излучения; активные среды и методы создания инверсной населённости; насыщение усиления в активных средах; генерация оптического излучения. Оптические явления в средах с различными агрегатными состояниями. Нелинейно-оптические эффекты. Основные типы когерентных и некогерентных источников оптического излучения. Физические принципы и основные элементы для регистрации, модуляции, отклонения, трансформации, передачи и обработки оптического излучения.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции) | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|--|---|
| ПК-3 Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения | Знает: физические основы квантовой электроники и развивающихся на их основе технологий и устройств работающих в оптическом диапазоне; принципы действия, характеристики, параметры и технологические особенности важнейших узлов и элементов, используемых в оптических системах Умеет: проводить расчет параметров устройств, работающих в оптическом диапазоне |

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|---|---|
| Основы технологий электронного | Не предусмотрены |

| | |
|-----------------|--|
| приборостроения | |
|-----------------|--|

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

| Дисциплина | Требования |
|--|---|
| Основы технологий электронного приборостроения | Знает: перспективные технологии электронного приборостроения Умеет: квалифицированно решать разнообразные технологические задачи, возникающие при производстве и эксплуатации аппаратуры, включая обеспечение долговечности и надежности устройств Имеет практический опыт: |

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 ч., 124,75 ч. контактной работы

| Вид учебной работы | Всего часов | Распределение по семестрам в часах | |
|--|-------------|------------------------------------|---------|
| | | Номер семестра | |
| | | 7 | 8 |
| Общая трудоёмкость дисциплины | 180 | 72 | 108 |
| <i>Аудиторные занятия:</i> | 112 | 64 | 48 |
| Лекции (Л) | 56 | 32 | 24 |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 28 | 16 | 12 |
| Лабораторные работы (ЛР) | 28 | 16 | 12 |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i> | 55,25 | 3,75 | 51,5 |
| с применением дистанционных образовательных технологий | 0 | | |
| Подготовка к контрольным работам | 11 | 1 | 10 |
| Подготовка к экзамену | 41,5 | 0 | 41,5 |
| Подготовка к зачету | 2,75 | 2,75 | 0 |
| Консультации и промежуточная аттестация | 12,75 | 4,25 | 8,5 |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен) | - | зачет | экзамен |

5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | |
|-----------|--|---|----|----|----|
| | | Всего | Л | ПЗ | ЛР |
| 1 | Способы описания и характеристики электромагнитного излучения оптического диапазона. | 4 | 4 | 0 | 0 |
| 2 | Физические основы взаимодействия оптического излучения с квантовыми системами; энергетические состояния квантовых систем; оптические переходы, структура спектров; ширина, форма и | 28 | 10 | 6 | 12 |

| | | | | | |
|---|---|----|----|---|---|
| | уширение спектральных линий. | | | | |
| 3 | Усиление оптического излучения; активные среды и методы создания инверсной населённости; насыщение усиления в активных средах; генерация оптического излучения. | 20 | 10 | 6 | 4 |
| 4 | Оптические явления в средах с различными агрегатными состояниями. | 14 | 10 | 4 | 0 |
| 5 | Нелинейно-оптические эффекты. | 20 | 8 | 6 | 6 |
| 6 | Основные типы когерентных и некогерентных источников оптического излучения. | 10 | 8 | 2 | 0 |
| 7 | Физические принципы и основные элементы для регистрации, модуляции, отклонения, трансформации, передачи и обработки оптического излучения. | 16 | 6 | 4 | 6 |

5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия | Кол-во часов |
|----------|-----------|---|--------------|
| 1 | 1 | Представление оптического излучения в виде световых лучей, электромагнитных волн. Корпускулярно-волновой дуализм. | 4 |
| 2 | 2 | Энергетические состояния атомов и молекул. | 2 |
| 3 | 2 | Квантовые переходы. Спонтанное и вынужденное излучение. Коэффициенты Эйнштейна. | 2 |
| 4 | 2 | Дипольное приближение. | 2 |
| 5 | 2 | Уширение спектральных линий. | 2 |
| 6 | 2 | Рассеяние света. Оптические характеристики вещества. | 2 |
| 7 | 3 | Принцип работы квантовых усилителей и генераторов. | 2 |
| 8 | 3 | Возбуждение активного вещества (накачка). | 2 |
| 9 | 3 | Оптические резонаторы. | 2 |
| 10 | 3 | Условие самовозбуждения и насыщение усиления. Нестационарная генерация, модуляция добротности и синхронизация мод. | 2 |
| 11 | 3 | Свойства лазерного излучения. | 2 |
| 10 | 4 | Распространение гауссовых пучков. Оптические свойства атмосферы. | 2 |
| 11 | 4 | Отражение, преломление и рефракция света. Оптические волноводы. | 4 |
| 12 | 4 | Распространение света в анизотропных средах и элементы кристаллооптики. Преобразование лазерных пучков. | 4 |
| 13 | 5 | Механизмы оптической нелинейности. Генерация оптических гармоник. | 4 |
| 14 | 5 | Параметрическая генерация света. Вынужденное рассеяние света. Самовоздействие света. | 4 |
| 15 | 6 | Мазеры. Газовые лазеры: атомарные, ионные, молекулярные, эксимерные и химические, рентгеновские лазеры и лазеры на свободных электронах. | 4 |
| 16 | 6 | Твердотельные и жидкостные лазеры: рубиновый, на кристаллах и стеклах с неодимом, перестраиваемые, волоконные, жидкостные. Полупроводниковые лазеры и светодиоды. | 4 |
| 17 | 7 | Детекторы оптического излучения. методы амплитудно-фазовой модуляции оптического излучения. | 4 |
| 18 | 7 | Оптическая обработка изображений. интерферометрия. микроскопия | 2 |

5.2. Практические занятия, семинары

| № | № | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара | Кол- |
|---|---|---|------|
|---|---|---|------|

| занятия | раздела | | во часов |
|---------|---------|---|----------|
| 1 | 2 | Расчёт вероятностей переходов. | 2 |
| 2 | 2 | Задачи по оценке ширины спектральных линий. | 2 |
| 8 | 2 | Волоконная оптика. Решения задач. | 2 |
| 3 | 3 | Расчёт оптических резонаторов. | 4 |
| 4 | 3 | Расчёт параметров гауссовых пучков в оптических системах. | 2 |
| 5 | 4 | Изменение поляризации света при распространении через оптически анизотропную среду | 4 |
| 6 | 5 | Расчет КПД преобразования излучения во вторую гармонику | 6 |
| 7 | 6 | длина когерентности оптического излучения | 2 |
| 7 | 7 | интерференция оптического излучения. дифракция оптического излучения. амплитудная модуляция оптического излучения | 4 |

5.3. Лабораторные работы

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание лабораторной работы | Кол-во часов |
|-----------|-----------|---|--------------|
| 1 | 2 | Оптическая спектроскопия. Измерение спектра пропускания материала в оптическом диапазоне. | 6 |
| 2 | 2 | Определение спектра показателя преломления и толщины пленки индиево-оловянного оксида с помощью спектрального эллипсометра. | 6 |
| 5 | 3 | Исследование спектра генерации полупроводникового лазера | 4 |
| 4 | 5 | определение длины когерентности полупроводникового лазера. | 3 |
| 6 | 5 | определение угла расходимости полупроводникового лазера | 3 |
| 9 | 7 | Режимы работы полупроводникового фотодиода. | 6 |

5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС | | | |
|----------------------------------|---|---------|--------------|
| Подвид СРС | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс | Семестр | Кол-во часов |
| Подготовка к контрольным работам | Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учебное пособие / Д. В. Сивухин. — 3-е изд., стер. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, [б. г.]. — Том 4 : Оптика — 2002. — 792 с.: стр. 15-345. | 7 | 1 |
| Подготовка к экзамену | Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учебное пособие / Д. В. Сивухин. — 3-е изд., стер. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, [б. г.]. — Том 4 : Оптика — 2002. — 792 с. — ISBN 5-9221-0228-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/2314 . — Режим доступа: для авториз. пользователей. | 8 | 41,5 |
| Подготовка к зачету | Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учебное пособие / Д. В. Сивухин. — 3-е изд., стер. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, [б. г.]. — Том 4 : Оптика — 2002. — 792 с.: | 7 | 2,75 |

| | | | |
|----------------------------------|---|---|----|
| | стр. 15-345. | | |
| Подготовка к контрольным работам | Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учебное пособие / Д. В. Сивухин. — 3-е изд., стер. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, [б. г.]. — Том 4 : Оптика — 2002. — 792 с.: стр. 350-780. | 8 | 10 |

6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

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

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

| № КМ | Се-мestr | Вид контроля | Название контрольного мероприятия | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов | Учи-тыва-ется в ПА |
|------|----------|---------------------------|-----------------------------------|-----|------------|---|--------------------|
| 1 | 7 | Текущий контроль | Контрольная работа. | 1 | 5 | Контрольная работа содержит 5 теоретических вопросов. За верный ответ на каждый из них начисляется 1 балл. | зачет |
| 2 | 7 | Проме-жуточная аттестация | Зачетная работа. | - | 5 | 5 баллов: более 80% правильных ответов. 4 балла: от 70% до 80% правильных ответов. 3 балла: от 50% до 70% правильных ответов. 2 балла: от 30% до 50% правильных ответов. 1 балл: от 10% до 30% правильных ответов. 0 баллов: менее 10% правильных ответов. | зачет |
| 3 | 8 | Текущий контроль | Контрольная работа. | 1 | 5 | Контрольная работа содержит 5 теоретических вопросов. За верный ответ на каждый из них начисляется 1 балл. | экзамен |
| 4 | 8 | Проме-жуточная аттестация | Экзамен. | - | 5 | 5 баллов: более 80% правильных ответов. 4 балла: от 70% до 80% правильных ответов. 3 балла: от 50% до 70% правильных ответов. 2 балла: от 30% до 50% правильных ответов. 1 балл: от 10% до 30% правильных ответов. 0 баллов: менее 10% правильных ответов. | экзамен |

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения | Критерии оценивания |
|------------------------------|---|---|
| экзамен | Контрольное мероприятие промежуточной аттестации является обязательным. Оно проводится в форме письменного экзамена по билетам. Билет содержит 10 вопросов по тематике вопросов для подготовки к экзамену. Время выполнения: 60 минут. Во время подготовки к ответу запрещено | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

| | | |
|-------|--|---|
| | использование печатных и электронных носителей информации. | |
| зачет | Контрольное мероприятие промежуточной аттестации является обязательным. Оно проводится в форме письменного зачета по билетам. Билет содержит 10 вопросов по тематике вопросов для подготовки к зачету. Время выполнения: 60 минут. Во время подготовки к ответу запрещено использование печатных и электронных носителей информации. | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

6.3. Оценочные материалы

| Компетенции | Результаты обучения | № КМ | | | |
|-------------|--|------|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| ПК-3 | Знает: физические основы квантовой электроники и развивающихся на их основе технологий и устройств работающих в оптическом диапазоне; принципы действия, характеристики, параметры и технологические особенности важнейших узлов и элементов, используемых в оптических системах | + | + | + | + |
| ПК-3 | Умеет: проводить расчет параметров устройств, работающих в оптическом диапазоне | + | + | | + |

Фонды оценочных средств по каждому контрольному мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) *основная литература:*

Не предусмотрена

б) *дополнительная литература:*

1. Розеншер, Э. Оптоэлектроника Э. Розеншер, Б. Винтер; Пер. с фр. под ред. О. Н. Ермакова. - М.: Техносфера, 2004. - 588, [1] с. ил.

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

1. Квантовая электроника
2. Журнал экспериментальной и теоретической физики

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

1. спектральная эллипсометрия

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы | Наименование ресурса в электронной форме | Библиографическое описание |
|---|----------------|--|---|
| 1 | Основная | Электронно- | Делоне, Н. Б. Квантовая физика / Н. Б. Делоне. — Москва : |

| | | | |
|---|---------------------------|---|---|
| | литература | библиотечная система издательства Лань | ФИЗМАТЛИТ, 2004. — 88 с. — ISBN 5-9221-0459-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/2725 . — Режим доступа: для авториз. пользователей. |
| 2 | Основная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Киселев, Г. Л. Квантовая и оптическая электроника : учебное пособие / Г. Л. Киселев. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 316 с. — ISBN 978-5-8114-4986-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/130188 . — Режим доступа: для авториз. пользователей. |
| 3 | Основная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учебное пособие / Д. В. Сивухин. — 3-е изд., стер. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, [б. г.]. — Том 4 : Оптика — 2002. — 792 с. — ISBN 5-9221-0228-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/2314 (дата обращения: 07.12.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей. |
| 4 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Крюков, П. Г. Фемтосекундные импульсы. Введение в новую область лазерной физики / П. Г. Крюков. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. — 208 с. — ISBN 978-5-9221-0941-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/2218 . — Режим доступа: для авториз. пользователей. |
| 5 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Лосев, В. Ф. Мощные газовые лазеры : учебное пособие / В. Ф. Лосев. — Томск : ТПУ, 2009. — 110 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/10276 . — Режим доступа: для авториз. пользователей. |
| 6 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Смирнов, Ю. А. Основы нано- и функциональной электроники : учебное пособие / Ю. А. Смирнов, С. В. Соколов, Е. В. Титов. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-1378-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/5855 . — Режим доступа: для авториз. пользователей. |
| 7 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Игнатов, А. Н. Оптоэлектроника и нанофотоника : учебное пособие / А. Н. Игнатов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 596 с. — ISBN 978-5-8114-4437-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/119822 . — Режим доступа: для авториз. пользователей. |

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Math Works-MATLAB (Simulink R2008a, SYMBOLIC MATH)(бессрочно)
2. -Maple 13(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий | № ауд. | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
|---------------------------------|-------------|--|
| Лабораторные занятия | 609 (1б) | комплект оптического оборудования |
| Практические занятия и семинары | 607 (1б) | проектор |
| Экзамен | 604 (1б) | компьютер |
| Лекции | 604 (1б) | проектор |