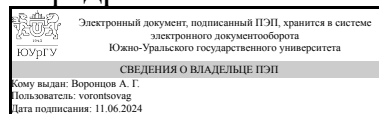


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



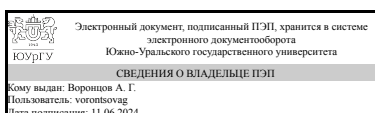
А. Г. Воронцов

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П0.13.01 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

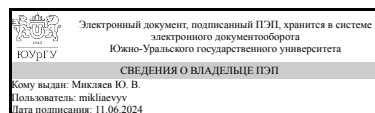
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 927

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



А. Г. Воронцов

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



Ю. В. Микляев

## 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 6 з.е., 216 ч., 126,75 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	8
Общая трудоёмкость дисциплины	216	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	112	64	48
Лекции (Л)	56	32	24
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	56	32	24
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	89,25	37,75	51,5
Подготовка к контрольным работам	30	20	10
Подготовка к экзамену	41,5	0	41,5
Подготовка к зачету	17,75	17,75	0
Консультации и промежуточная аттестация	14,75	6,25	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.	6	4	2	0
2	Физические основы взаимодействия оптического излучения с квантовыми системами; энергетические состояния квантовых систем; оптические переходы, структура спектров; ширина, форма и уширение спектральных линий.	28	10	18	0
3	Усиление оптического излучения; активные среды и методы	22	10	12	0

	создания инверсной населённости; насыщение усиления в активных средах; генерация оптического излучения.				
4	Оптические явления в средах с различными агрегатными состояниями.	16	10	6	0
5	Нелинейно-оптические эффекты.	14	8	6	0
6	Основные типы когерентных и некогерентных источников оптического излучения.	14	8	6	0
7	Физические принципы и основные элементы для регистрации, модуляции, отклонения, трансформации, передачи и обработки оптического излучения.	12	6	6	0

## 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

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
-----------	-----------	---	--------------

1	1	Основы волновой и квантовой оптики	2
2	2	Расчёт вероятностей переходов.	6
3	2	Задачи по оценке ширины спектральных линий.	6
4	2	Волоконная оптика. Решения задач.	6
5	3	Расчёт оптических резонаторов.	6
6	3	Расчёт параметров гауссовых пучков в оптических системах.	6
7	4	Изменение поляризации света при распространении через оптически анизотропную среду	6
8	5	Расчет КПД преобразования излучения во вторую гармонику	6
9	6	длина когерентности оптического излучения	6
10	7	интерференция оптического излучения. дифракция оптического излучения. амплитудная модуляция оптического излучения	6

### 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
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
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: <a href="https://e.lanbook.com/book/2314">https://e.lanbook.com/book/2314</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.	8	41,5
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	20
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.: стр. 15-345.	7	17,75

### 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

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	Текущий контроль	Контрольная работа.	1	5	Контрольная работа содержит 5 теоретических вопросов. За верный ответ на каждый из них начисляется 1 балл.	зачет
3	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
4	8	Текущий контроль	Контрольная работа.	1	5	Контрольная работа содержит 5 теоретических вопросов. За верный ответ на каждый из них начисляется 1 балл.	экзамен
5	8	Текущий контроль	Контрольная работа.	1	5	Контрольная работа содержит 5 теоретических вопросов. За верный ответ на каждый из них начисляется 1 балл.	экзамен
6	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
зачет	Контрольное мероприятие промежуточной аттестации не 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
экзамен	Контрольное мероприятие промежуточной аттестации не	В соответствии с

	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 использование печатных и электронных носителей информации.	пп. 2.5, 2.6 Положения
--	---	---------------------------

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ					
		1	2	3	4	5	6
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	+	+	+		+	+

Типовые контрольные задания по каждому 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 литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Делоне, Н. Б. Квантовая физика / Н. Б. Делоне. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2004. — 88 с. — ISBN 5-9221-0459-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/2725">https://e.lanbook.com/book/2725</a> . — 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: <a href="https://e.lanbook.com/book/130188">https://e.lanbook.com/book/130188</a> . — 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: <a href="https://e.lanbook.com/book/2314">https://e.lanbook.com/book/2314</a> (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: <a href="https://e.lanbook.com/book/2218">https://e.lanbook.com/book/2218</a> . — 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: <a href="https://e.lanbook.com/book/10276">https://e.lanbook.com/book/10276</a> . — 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: <a href="https://e.lanbook.com/book/5855">https://e.lanbook.com/book/5855</a> . — 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: <a href="https://e.lanbook.com/book/119822">https://e.lanbook.com/book/119822</a> . — 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 (16)	комплект оптического оборудования
Экзамен	604 (16)	компьютер
Практические занятия и семинары	607 (16)	проектор
Лекции	604 (16)	проектор