

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 (подпись) Матвеев П.В.
 ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

Направление/специальность подготовки	12.03.02 Оптотехника
Специализация/профиль/программа подготовки	Оптико-электронные приборы и системы
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	О Естественнонаучный
Выпускающая кафедра	О4 ФИЗИКА
Кафедра-разработчик рабочей программы	О4 ФИЗИКА

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
4	7	5	180	68	34	34	0	112	0	0	112	ЭКЗ.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

12.03.02 Оптотехника

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра О4 ФИЗИКА

Лентовский Вадим Валентинович, к.т.н., доцент, доцент

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **О4 ФИЗИКА**

Заведующий кафедрой Федоров Д.Л., д.ф.-м.н., проф.

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

О4 ФИЗИКА

Заведующий кафедрой Федоров Д.Л., д.ф.-м.н., проф.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПСК-3.2 — способность осуществлять организационно-техническое обеспечение производства приборов квантовой электроники и фотоники

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-3.2

знания:

теоретических основ квантовой электроники;

умения:

осуществлять контроль за производством приборов квантовой электроники;

навыки:

организационно-технического обеспечения производства.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ОСНОВЫ КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *12.03.02 Оптотехника*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ФИЗИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ОСНОВЫ ФИЗИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов
- ОПК-3 — Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики оптических измерений

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум		ПСК-3.2
4	7	Раздел 1. Квантово-волновой дуализм природы электромагнитной волны. Основные свойства электромагнитных волн Корпускулярные свойства волн.	54	16	8	8	38	20
4	7	Раздел 2. Физические основы представлений о квантово-механических свойствах поля и вещества. Основные постулаты квантовой механики Уравнение Шредингера.	66	28	14	14	38	40
4	7	Раздел 3. Взаимодействие излучения с веществом. Строение вещества в квантово-механических представлениях Инверсия населенностей.	60	24	12	12	36	40
Всего за 7 семестр			180	68	34	34	112	100
Всего по дисциплине			180	68	34	34	112	100

3.2. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Квантово-волновой дуализм природы электромагнитной волны.	Вводное занятие	2
2		Исследование закона Бугера	6
3	Раздел 2. Физические основы представлений о квантово-механических свойствах поля и вещества.	Исследование спектров инертных газов	14
4	Раздел 3. Взаимодействие излучения с веществом.	исследование закона Бугера	12
Всего за 7 семестр			34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Квантово-волновой дуализм природы электромагнитной волны.	квантово-волновой дуализм	38
2	Раздел 2. Физические основы представлений о квантово-механических свойствах поля и вещества.	операторы квантовой механики	38
3	Раздел 3. Взаимодействие излучения с веществом.	коммутация операторов	36
Всего за 7 семестр			112

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
7			ТекК		Отч. по ЛР	ДР		ТекК	Отч. по ЛР	ДР		ТекК		ТекК	Отч. по ЛР	ДР	

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;

- вопросы для текущего контроля;
- отчет по ЛР.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. В. Лентовский, В. А. Живулин, Н. А. Иванова. . Опотехника. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 38 экз.
2. В. В. Лентовский, С. Л. Смекалов. . Волновая и квантовая оптика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, эл. рес.
3. Е. Г. Бородина, В. В. Лентовский. . Основы квантовой электроники. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 353 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://e.lanbook.com/> - Электронная библиотечная система издательства «Лань»;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=474 - Электронная библиотека университета — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <https://urait.ru/> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Лабораторные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.3. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ОСНОВЫ КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *12.03.02 Оптомехника*. Дисциплина реализуется на факультете О Естественнoнаучный БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой О4 ФИЗИКА.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:
ПСК-3.2 способность осуществлять организационно-техническое обеспечение производства приборов квантовой электроники и фотоники.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с квантовой механикой и квантовой электроникой.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по ЛР.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 з.е., **180 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), лабораторный практикум (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**112 ч**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 180 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 112 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Квантово-волновой дуализм природы электромагнитной волны.		
квантово-волновой дуализм	В. В. Лентовский, С. Л. Смекалов. . Волновая и квантовая оптика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (1-3) Е. Г. Бородина, В. В. Лентовский. . Основы квантовой электроники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (1-3)	38
Итого по разделу 1		38
Раздел 2. Физические основы представлений о квантово-механических свойствах поля и вещества.		
операторы квантовой механики	Е. Г. Бородина, В. В. Лентовский. . Основы квантовой электроники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (3-5)	38
Итого по разделу 2		38
Раздел 3. Взаимодействие излучения с веществом.		
коммутация операторов	В. В. Лентовский, В. А. Живулин, Н. А. Иванова. . Оптотехника: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1-3)	36
Итого по разделу 3		36

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по ЛР;
- экзамен.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Вопросы для текущего контроля

Контрольные вопросы к лабораторным работам

Отчет по ЛР

Отчет по лабораторной работе (ЛР) представляется в рукописном виде, на листах формата А4, заполненных с одной стороны. Содержание отчета должно соответствовать шаблону отчета ЛР*.

ЛР считается принятой, а студент получает за нее отметку «сдано», если

а) при проверке отчета ЛР выполнены следующие требования:

- заполнены сводные таблицы с результатами измерений;
- выполнен расчет значений искомых величин и их погрешностей; правильно представлены окончательные результаты;
- построены необходимые графики в соответствии с требованиями, изложенными в методических пособиях к лабораторным работам (требования продублированы в шаблоне отчета ЛР);
- проведен анализ полученных результатов путем сравнения их с теоретическими значениями;
- даны письменные ответы на все контрольные вопросы (контрольные вопросы приведены в методических указаниях к каждой лабораторной работе).

б) при защите ЛР:

- студент в форме краткого сообщения изложил результаты выполненной им ЛР;
- студент в устной форме верно ответил на все вопросы, заданные преподавателем, из числа контрольных вопросов, ответы на которые даны в отчете по ЛР.

Если не выполнено хотя бы одно из выше указанных требований к отчету или дан неверный ответ на вопрос, то отчет подлежит доработке или студенту рекомендуется изучить вопрос, на который он ответил неверно.

*Шаблон ЛР размещен в ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» и в УМК дисциплины.

Экзамен

Для промежуточной аттестации, проводимой в форме экзамена, используются билеты с заданиями. Типы заданий: 2 теоретических вопроса, и расчетная задача.

Оценка выставляется после собеседования со студентом в соответствии со следующими критериями:

- Оценка «отлично» выставляется, если обучающийся дал полные, исчерпывающие ответы на все теоретические вопросы билета, полностью и верно решил расчетную задачу, может ответить на дополнительный вопрос по теме курса.
- Оценка «хорошо» выставляется, если обучающийся предоставил ответы на все знания в билете, но имеются ошибочные рассуждения.
- Оценка «удовлетворительно» выставляется, если обучающийся верно решил задачу или предоставил ответы на только на 2 теоретических вопроса.
- Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если обучающийся не предоставил ответов на задания билета.

Варианты экзаменационных билетов, а также список теоретических вопросов к экзамену представлены в УМК дисциплины, а в ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» – тренировочные варианты.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум		ПСК-3.2	
4	7	Раздел 1. Квантово-волновой дуализм природы электромагнитной волны.	54	16	8	8	38	20	Вопросы для текущего контроля, Отчет по ЛР
4	7	Раздел 2. Физические основы представлений о квантово-механических свойствах поля и вещества.	66	28	14	14	38	40	Вопросы для текущего контроля, Отчет по ЛР
4	7	Раздел 3. Взаимодействие излучения с веществом.	60	24	12	12	36	40	Вопросы для текущего контроля, Отчет по ЛР
Всего за 7 семестр			180	68	34	34	112	100	
Всего по дисциплине			180	68	34	34	112	100	

Оценочные материалы

ПСК-3.2

Вопросы открытого типа:

№ 1 Что собой представляет понятие отрицательная абсолютная температура

Варианты ответа:

1. Это температура замерзания воды
2. Это температура жидкого азота
3. Это характеристика неравновесного состояния вещества, когда число частиц с высокой энергией превышает число частиц с меньшей энергией
4. Температура в открытом космосе

№ 2 Что представляет собой активное вещество лазера?

Варианты ответа:

1. Это вещество, в котором, при определенных условиях, можно создать инверсию населенностей
2. Это агрессивное химическое вещество
3. Это сильно перегретый газ
4. Это сложное химическое соединение

№ 3 С какой точностью можно определить координату квантовой частицы и проекцию импульса на эту координату?

Варианты ответа:

1. С точностью измерительных приборов
2. Невозможно одновременно определить координату квантовой частицы и проекцию импульса на эту координату
3. С точностью кратной постоянной Планка
4. Определяется точностью измерения координаты

№ 4 Можно ли одновременно точно указать значения координаты квантовой частицы и проекции импульса на эту координату

Варианты ответа:

1. Можно
2. Невозможно
3. Можно с большой точностью
4. Можно, с учетом погрешности измерений

№ 5 Что представляет собой явление дифракции

Варианты ответа:

- 1.Сложение интенсивности двух волн
- 2.Огибание волной препятствий
- 3.Сложение когерентных волн с учетом фазы

№ 6 Сложение произвольных волн с учетом фазы
При какой форме волнового фронта наблюдается дифракция Френеля

Варианты ответа:

- 1.Фронт волны должен быть плоским
2. Фронт волны должен быть цилиндрическим
3. Фронт волны должен быть сферическим
4. Фронт волны должен быть больше препятствия

№ 7 При какой форме волнового фронта наблюдается дифракция Фраунгофера

Варианты ответа:

- 1.Фронт волны должен быть плоским
2. Фронт волны должен быть цилиндрическим
3. Фронт волны должен быть сферическим
4. Фронт волны должен быть больше препятствия

№ 8 Действию какого оптического прибора соответствует действие зонной пластинки

Варианты ответа:

- 1.Плоско-параллельной пластины
2. Рассеивающей линзе
- 3.Собирающей линзе
- 4.Призме-крыше

№ 9 Ориентация какого вектора характеризует направление поляризации света

Варианты ответа:

- 1.Вектора магнитной индукции
- 2.Вектора напряженности магнитного поля
- 3.Вектора Пойтинга
- 4.Вектора напряженности электрического поля

№ 10 Что представляет собой явление анизотропии

Варианты ответа:

- 1.Постоянство свойств вещества во всех направлениях
- 2.Зависимость свойств вещества от направления
- 3.Повышенную проводимость вещества

4. Температурную чувствительность вещества

Вопросы закрытого типа:

- № 1 Что означает понятия «инверсная населенность»?
- № 2 Является ли функция состояния квантовой системы непрерывной функцией координат?
- № 3 Дискретность какой физической величины характеризует главное квантовое число
- № 4 Какое квантовое число характеризует дискретность момента импульса
- № 5 Какой физической величине соответствует оператор координаты в квантовой механике
- № 6 Что описывает пси – функция (Ψ)?
- № 7 Какое явление описывает закон Малюса
- № 8 Что такое двулучепреломление в кристаллах
- № 9 Каким образом создаются когерентные источники в опыте Юнга
- № 10 Какое устройство называют зонной пластинкой