

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВАЯ ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА

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	85	34	34	17	95	0	0	95	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 составили:

Кафедра О4 ФИЗИКА
Комарова Ольга Сергеевна, к.ф.-м.н., доцент

Кафедра О4 ФИЗИКА
Евтихийев Вадим Павлович, к.ф.-м.н., 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 ПОЛУПРОВОДНИКОВАЯ ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА

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-3.1 — способность проектировать и конструировать оплотехнику, оптические и оптико-электронных приборы и комплексы

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-3.1

знания:

на уровне представлений:

- физические принципы действия полупроводниковых лазеров;
- области применения полупроводниковых лазеров;

на уровне воспроизведения:

- типы и виды лазеров, применяемых на сегодняшний день в технике;
- конструкции, свойства, технологии изготовления лазеров, применяемых на сегодняшний день в

технике;

на уровне понимания:

- виды и типы полупроводниковых лазеров, принцип их действия, свойства, основные этапы изготовления;

умения:

теоретические

- методики исследования полупроводниковых лазерных структур и готовых сборок;

практические

- расчет приборных характеристик лазера, основанный на его конструкции;

навыки:

- работы с типовым лабораторным оборудованием;
- использование типового лабораторного оборудования при исследовании лазерных структур и готовых сборок.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ПОЛУПРОВОДНИКОВАЯ ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *12.03.02 Оптотехника*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ФИЗИКА, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ВОЛНОВАЯ ОПТИКА, КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ, ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ, ОСНОВЫ ФОТОНИКИ, ЛИНИИ ПЕРЕДАЧИ ЛУЧЕВОЙ ЭНЕРГИИ.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ТЕХНОЛОГИЯ СИНТЕЗА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУР, ПРИБОРЫ КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА, ОСНОВЫ ФИЗИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ, АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ В ЛУЧЕВОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ.**

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-2 — Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, интеллектуально правовых, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла технических объектов и процессов
- ОПК-3 — Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики оптических измерений
- ОПК-4 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
- ОПК-5 — Способен участвовать в разработке технической, проектной и конструкторской документации в соответствии с нормативными требованиями
- ПСК-3.1 — Способен проектировать и конструировать оптоэлектронику, оптические и оптико-электронные приборы и комплексы
- ПСК-3.2 — Способен осуществлять организационно-техническое обеспечение производства приборов квантовой электроники и фотоники
- УК-6 — Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни

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	Практические занятия		
4	7	Раздел 1. Твердотельные лазеры. 1.1 Введение. Общие представления об инжекционных лазерах. Полупроводниковые лазеры, история их создания и роль в жизни современного общества. Квантовая эффективность. Пороговая плотность тока. Усиление и потери в инжекционных лазерах. ВАХ лазерного диода, его КПД. 1.2 Введение в оптоэлектронику и фотонику. Основные характеристики полупроводниковых лазеров. Усиление, поглощение, потери, дифференциальная эффективность. Плотность тока прозрачности. 1.3 Физические основы функционирования полупроводниковых лазеров. Плотность состояний. Инверсная заселенность. Вероятность излучательной рекомбинации. Стимулированное излучение. 1.4 ДГС и РО ДГС-лазеры. Электронное и оптическое ограничение. Электрическое поле в полупроводнике, волновое уравнение и оптический волновод, метод зигзагообразных волн. Модовое усиление.	57	35	14	12	9	22	30
4	7	Раздел 2. Лазеры на гетеропереходах. 2.1 Наноструктуры: физика и технология. Модовый состав излучения. Резонатор Фабри-Перо. Продольные, поперечные и латеральные моды. Межмодовое расстояние. Конструкции одно- и многомодовых лазеров. Модовый характер излучения. Ближнее и дальнее поле излучения лазера. 2.2 Лазеры на квантовых ямах. Гетеропереходы и размерное квантование. Уровни энергии в КЯ. Спектральный состав излучения. Критическая толщина, напряженные КЯ. Квантовые ямы InGaAs в GaAs. 2.3 Лазеры на квантовых проволоках и квантовых точках. Влияние размерного квантования. Спектральный состав излучения. Идеальные квантовые точки. Методы формирования массивов КТ и квантовых проволок. Режим островкового роста. 2.4 Конструкции и технология полупроводниковых лазеров. Узкий и широкий полосок, зарощенный, гребешковый волновод. Зависимость пороговой плотности тока от ширины полоска в лазерах с широким полоском. Лазерные сборки. 2.5 Температурная зависимость пороговой плотности тока. Влияние размерности активной области. Условия генерации в РО ДГС лазерах, КЯ и КТ-лазерах. 2.6 Мощные инжекционные лазеры. КПД лазерных диодов. Физические причины, ограничивающие выходную мощность инжекционных лазеров. 2.7 Методы изготовления полупроводниковых лазерных гетероструктур. Влияние дефектов на качество лазерной структуры, «заворачивание» дислокаций. Молекулярно-пучковая эпитаксия лазерных наногетероструктур АПБВ. Получение лазерных гетероструктур методом газовой эпитаксии из гидридов и металлорганических соединений 2.8 Методы исследования полупроводниковых лазеров. Диагностика дефектов в лазерной структуре, в том числе дислокаций. Определение причин разрушения лазерной структуры по характеру повреждений.	123	50	20	22	8	73	70
Всего за 7 семестр			180	85	34	34	17	95	100
Всего по дисциплине			180	85	34	34	17	95	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Твердотельные лазеры.	Усиление, поглощение, потери, дифференциальная эффективность. Плотность тока прозрачности.	3
2		Плотность состояний. Инверсная заселенность	3
3		Электрическое поле в полупроводнике, волновое уравнение и оптический волновод, метод зигзагообразных волн.	3
4	Раздел 2. Лазеры на гетеропереходах.	Модовый характер излучения. Продольные, поперечные и латеральные моды. Межмодовое расстояние. Ближнее и дальнее поле излучения лазера.	3
5		Гетеропереходы и размерное квантование. Квантовые ямы InGaAs в GaAs.	3
6		Спектральный состав излучения. Идеальные квантовые точки. Методы формирования массивов квантовых точек и проволок.	2
Всего за 7 семестр			17

3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Твердотельные лазеры.	Вводное занятие	2
2		Физические основы функционирования полупроводниковых лазеров.	10
3	Раздел 2. Лазеры на гетеропереходах.	Лазеры на квантовых ямах Мощные инжекционные лазеры. Методы исследования полупроводниковых лазеров.	16
4		Защита лабораторных работ	6
Всего за 7 семестр			34

3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Твердотельные лазеры.	Изучение рекомендуемой литературы и подготовка к диагностической работе	12
2		Подготовка к лабораторным работам Оформление отчетов по лабораторным работам	10
3	Раздел 2. Лазеры на гетеропереходах.	Изучение рекомендуемой литературы и подготовка к диагностической работе	23
4		Подготовка к лабораторным работам Оформление отчетов по лабораторным работам	20
5		Выполнение домашнего задания	10
6		Подготовка к экзамену	20
Всего за 7 семестр			95

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					Отч. по ЛР	ДР			Отч. по ЛР	ДР		Отч. по ЛР	ДЗ		Отч. по ЛР	ДР	

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР;
- ДЗ – домашнее задание.

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

- диагностическая работа;
- отчет по ЛР;
- домашнее задание.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. А. Беляев, В. В. Лобачёв, Ю. П. Максимов. Оптика мощных лазеров. Ч. 1 Формирование излучения. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2001, 62 экз.
2. А. Е. Жуков. . Лазеры на основе полупроводниковых наноструктур. СПб.: Элмор, 2007, эл. рес.
3. В. В. Лентовский, Т. Н. Князева. . Современная лазерная техника. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 26 экз.
4. В. В. Лобачёв, Ю. П. Максимов, С. Ю. Страхов. Оптика мощных лазеров. Ч. 5 Пассивные методы коррекции аберраций волнового фронта. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, 72 экз.
5. В. В. Сахин. . Устройство и действие энергетических объектов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, эл. рес.
6. В. Е. Привалов. . Оптические квантовые генераторы. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1997, 99 экз.
7. Е. Г. Бородина, В. В. Лентовский. . Основы квантовой электроники. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 353 экз.
8. О. Звелто. . Принципы лазеров. СПб.: Лань, 2008, 29 экз.
9. ред. В. В. Лобачёв ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Оптика мощных лазеров. Ч. 4 Зеркала. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005, 70 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. В. П. Грибковский. . Полупроводниковые лазеры. Минск: Университетское, 1988, 1 экз.
2. Н. В. Карлов. . Лекции по квантовой электронике. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988, 2 экз.
3. Х. Кейси, М. Паниш. Лазеры на гетероструктурах. Т. 1 Основные принципы. М.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1981, 3 экз.
4. Э. Розеншер, Б. Винтер. . Оптоэлектроника. М.: Техносфера, 2004, 3 экз.

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> — ЭБС Лань;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=474 — Библиотечно-издательский центр БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова — 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. Практические занятия:

1. Интерактивная доска.

6.3. Лабораторные занятия:

1. Лабораторные установки по «Прикладная оптика», «Оптическая физика, «Оптическое материаловедение», «Приборы квантовой электроники», «Основы квантовой электроники», «Оптические измерения», «Введение в оплотехнику».

6.4. 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 **ПОЛУПРОВОДНИКОВАЯ ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *12.03.02 Оптотехника*. Дисциплина реализуется на факультете О Естественнотехнический БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой О4 ФИЗИКА.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:
ПСК-3.1 способность проектировать и конструировать оптотехнику, оптические и оптико-электронных приборы и комплексы.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с физическими принципами действия полупроводниковых лазеров, типами и видами лазеров, применяемых на сегодняшний день в технике, и областью их применения.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- отчет по ЛР;
- домашнее задание.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 з.е., **180 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), лабораторный практикум (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**95 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 180 ч., из них 85 ч. аудиторных занятий, и 95 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. Твердотельные лазеры.		
Изучение рекомендуемой литературы и подготовка к диагностической работе	<p>А. А. Беляев, В. В. Лобачёв, Ю. П. Максимов. Оптика мощных лазеров. Ч. 1 Формирование излучения: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2001 (все)</p> <p>В. Е. Привалов. . Оптические квантовые генераторы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1997 (все)</p> <p>Н. В. Карлов. . Лекции по квантовой электронике: М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988 (все)</p> <p>Е. Г. Бородина, В. В. Лентовский. . Основы квантовой электроники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (все)</p> <p>В. В. Лобачёв, Ю. П. Максимов, С. Ю. Страхов. Оптика мощных лазеров. Ч. 5 Пассивные методы коррекции аберраций волнового фронта: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (все)</p>	12
Подготовка к лабораторным работам Оформление отчетов по лабораторным работам	<p>Э. Розеншер, Б. Винтер. . Оптоэлектроника: М.: Техносфера, 2004 (все)</p> <p>В. В. Сахин. . Устройство и действие энергетических объектов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (все)</p> <p>ред. В. В. Лобачёв ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Оптика мощных лазеров. Ч. 4 Зеркала: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (все)</p> <p>О. Звелто. . Принципы лазеров: СПб.: Лань, 2008 (все)</p> <p>В. В. Лентовский, Т. Н. Князева. . Современная лазерная техника: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (все)</p> <p>А. Е. Жуков. . Лазеры на основе полупроводниковых наноструктур: СПб.: Элмор, 2007 (все)</p> <p>В. П. Грибковский. . Полупроводниковые лазеры: Минск: Университетское, 1988 (все)</p> <p>Х. Кейси, М. Паниш. Лазеры на гетероструктурах. Т. 1 Основные принципы: М.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1981 (все)</p>	10
Итого по разделу 1		22
Раздел 2. Лазеры на гетеропереходах.		
Изучение рекомендуемой литературы и подготовка к диагностической работе	Е. Г. Бородина, В. В. Лентовский. . Основы квантовой электроники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (все)	23
Подготовка к лабораторным работам		20

Оформление отчетов по лабораторным работам		
Выполнение домашнего задания		10
Подготовка к экзамену		20
Итого по разделу 2		73

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- отчет по ЛР;
- домашнее задание;
- 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.

Отчет по ЛР

Отчет по лабораторной работе (ЛР) представляется в рукописном/печатном виде, на листах формата А4. Содержание отчета должно соответствовать шаблону отчета ЛР. Шаблон ЛР размещен в ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» и в УМК дисциплины.

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.

Домашнее задание

Домашнее задание содержит от 6 до 12 задач.

Домашнее задание «зачтено», если выполнено не менее 80% заданий.

Варианты индивидуальных домашних заданий по разделам курса и требования к их оформлению представлены в УМК дисциплины и выложены в ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ».

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	Практические занятия		ПСК-3.1	
4	7	Раздел 1. Твердотельные лазеры.	57	35	14	12	9	22	30	Отчет по ЛР
4	7	Раздел 2. Лазеры на гетеропереходах.	123	50	20	22	8	73	70	Отчет по ЛР, Домашнее задание
Всего за 7 семестр			180	85	34	34	17	95	100	
Всего по дисциплине			180	85	34	34	17	95	100	

Критерии оценивания

ПСК-3.1

- Вопросы открытого типа:*
- № 1 Что такое гетероструктура?
 - № 2 Что такое р-і-п структура?
 - № 3 Что такое Оже-рекомбинация?
 - № 4 Чем определяется усиление света в полупроводнике?
 - № 5 Что такое инверсная населённость в полупроводниках?
 - № 6 Какую функцию выполняет двойная гетероструктура с разделным ограничением (РО ДГС)?
 - № 7 Чем определяется пороговое усиление и какое условие необходимо для наступления лазерной генерации?
 - № 8 Описать рекомбинационные процессы в полупроводниковом лазере в зависимости от уровня накачки
 - № 9 Описать различия функции плотности состояний между объёмным полупроводниковым материалом и квантовой ямой
 - № 10 Перечислить известные конструкции оптических резонаторов, используемые в полупроводниковых лазерах, с указанием способа вывода излучения
- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 Какой статистикой описывается вероятность f_e заполнения электроном состояния с энергией E в полупроводнике в случае термодинамического равновесия?
 - А) Ферми-Дирака
 - Б) Бозе-Эйнштейна
 - В) Максвелла-Больцмана
 - № 2 Какой фотон рождается при стимулированном излучении? (Выберите все верные ответы)
 - А) с такой же поляризацией, как и прилетевший фотон
 - Б) с таким же направлением, как и прилетающий фотон
 - В) с удвоенной частотой по отношению к прилетающему фотону
 - Г) меньшей энергией по отношению к прилетающему фотону
 - Д) с такой же длиной волны, как и прилетевший фотон
 - № 3 Какие существуют переходы электронов между энергетическими уровнями в полупроводниках?
(Выберите все верные ответы)
 - А) излучательные
 - Б) безызлучательные
 - В) поглощательные
 - № 4 Какие виды легирования полупроводников существуют?
(Выберите все верные ответы)
 - А) донорное
 - Б) акцепторное
 - В) компенсированное
 - Г) вынужденное
 - № 5 Где находятся энергетические уровни примесных уровней?

- А) в разрешённой зоне
- Б) в запрещённой зоне
- В) в валентной зоне
- Г) в вакууме
- № 6 Какие спектральные полосы энергетических состояний с точки зрения поглощения и усиления света в полупроводнике будут в состоянии равновесия? (Выберите все верные ответы)
- А) полоса пропускания
- Б) полоса поглощения
- В) полоса усиления
- № 7 Какие спектральные полосы энергетических состояний с точки зрения поглощения и усиления света в полупроводнике будут в состоянии сильной накачки/инжекции? (Выберите все верные ответы)
- А) полоса пропускания
- Б) полоса поглощения
- В) полоса усиления
- № 8 Что произойдёт с фотоном с длиной волны в вакууме 1 мкм при распространении в беспримесном GaAs (ширина запрещённой зоны 1.42 эВ)?
- А) изменит направление распространения на обратное
- Б) поглотится с генерацией пары электрон-дырка
- В) вызовет стимулированное излучение
- Г) будет распространяться без поглощения
- № 9 От чего зависит поглощение света в полупроводнике? (Выберите все верные ответы)
- А) от наличия свободных состояний в зоне проводимости, соответствующих энергии фотона
- Б) от наличия электронов в валентной зоне
- В) от уровня легирования
- Г) от ширины запрещённой зоны
- № 10 От чего зависит эффективность излучательной рекомбинации? (Выберите все верные ответы)
- А) от концентрации носителей заряда
- Б) от кристаллического совершенства кристалла
- В) от кристаллографической ориентации кристалла