

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА

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	
3	5	3	108	68	34	34	0	40	0	0	40	зач.
3	6	3	108	68	34	34	0	40	0	0	40	экз.
ВСЕГО		6	216	136	68	68	0	80	0	0	80	

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

Комарова Ольга Сергеевна, 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

ОСНОВЫ ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА

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:

ОПК-5 — способность участвовать в разработке текстовой, проектной и конструкторской документации в соответствии с нормативными требованиями

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-5

знания:

На уровне понимания:

- основных закономерностей физики твердого тела, уравнения состояния;
- роль этих закономерностей в решении задач для систем с твердотельным рабочим телом;
- методов теории физики твердого тела, применительно к изучению термодинамики и процессов

переноса теплоты, массы и электрического заряда;

- границ применимости различных соотношений, используемых в инженерной практике;

умения:

- составлять математическое описание процессов в системах с твердотельным рабочим телом, применительно к типовым конструкциям и режимам работы теплофизического оборудования;

- анализировать методы моделирования процессов в твердых телах нанометровых размеров;

навыки:

- расчета интенсивности различных видов тепловых и электрических процессов;
- критического анализа методов моделирования процессов в твердых телах;
- работать с широким кругом физических приборов и оборудования;
- составлять научные отчеты с грамотными выводами о проделанной работе;
- планировать свою работу;
- работать в коллективе над решением единой задачи;
- работать с литературой и иными источниками информации.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ОСНОВЫ ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *12.03.02 Оптехника*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ФИЗИКА, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ОСНОВЫ КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ, ОСНОВЫ ФИЗИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ, ПОЛУПРОВОДНИКОВАЯ ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА, ПРИБОРЫ КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ, СОЛНЕЧНЫЕ ЭНЕРГОСТАНЦИИ, ТЕХНОЛОГИЯ СИНТЕЗА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУР**.

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
- 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 6 з.е., 216 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		ОПК-5
3	5	Раздел 1. Кристаллическая решетка. 1.1 Понятие о кристаллической структуре конденсированного состояния вещества. 1.2 Симметрия и классификация кристаллов. Элементарная ячейка, решетка Бравэ. Ячейка Вигнера – Зейтца. Типы связей в кристаллах. Обратная решетка. Зона Бриллюэна. 1.3 Фононная подсистема кристалла. Колебание кристаллической решетки. Нормальные моды. Звуковые и оптические фононы, их энергия и импульс. 1.4 Статистика фононов. Бозоны и их свойства. Термодинамика фононной подсистемы (модели Эйнштейна и Дебая). 1.5 Теплоемкость кристалла при низких температурах.	54	34	18	16	20	25
3	5	Раздел 2. Электроны в кристалле. 2.1 Свободные электроны. Термодинамика электронной подсистемы кристалла. 2.2 Фермионы и их свойства. Взаимодействие электронов с решеткой. 2.3 Энергетический спектр носителей в кристалле. Образование зонной структуры. Заполнение зон: металлы, диэлектрики 2.4 Поверхностные эффекты в твердых телах. Явления на границе раздела твердых тел. 2.5 Различные виды эмиссии с поверхности: термоэлектронная эмиссия, автоэлектронная эмиссия.	54	34	16	18	20	25
Всего за 5 семестр			108	68	34	34	40	50
3	6	Раздел 3. Полупроводники и Металлы. 1.1 Заполнение зон в полупроводниках. Свободная и валентная зоны. 1.2 Свободные электроны и дырки и их функции распределения. 1.3 Собственные и несобственные полупроводники. Подвижность. Эффект Холла. 1.4 Отличие металлов от полупроводников 1.5 Движение электрона в электрическом и магнитном полях 1.6 Понятие о дырках.	54	34	16	18	20	25
3	6	Раздел 4. Полупроводниковые приборы. 2.1 p-n переход. Дiode, транзистор, тиристор. Фотодиод 2.2 СВЧ приборы на p/n. Туннельный диод. Диод Ганна. 2.3 Наноструктуры и их свойства. Технологии получения наноструктуры. 2.4 Особенности энергетического спектра электронов в квантовых ямах, квантовых нитях и квантовых точках. Применение наноструктур в технике.	54	34	18	16	20	25
Всего за 6 семестр			108	68	34	34	40	50
Всего по дисциплине			216	136	68	68	80	100

3.2. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1.	Вводное занятие, техника безопасности	2
2	Кристаллическая решетка.	Температурная зависимость проводимости в металлах и полупроводниках Термоэлектронная эмиссия.	14
3	Раздел 2. Электроны в кристалле.	Термоэлектронная эмиссия	18
Всего за 5 семестр			34
4	Раздел 3. Полупроводники и Металлы.	Эффект Холла. Эффект Зеебека	18
5	Раздел 4. Полупроводниковые приборы.	1. п/п диода. 2. п/п транзистора. 3. Фотосопротивление и фотодиод	16
Всего за 6 семестр			34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Кристаллическая решетка.	Изучение материалов, подготовка к диагностической работе	5
2		Выполнение домашнего задания	3
3		Подготовка к лабораторным работам. Оформление отчетов по лабораторной работе	12
4	Раздел 2. Электроны в кристалле.	Изучение материалов, подготовка к диагностической работе	7
5		Подготовка к лабораторным работам. Оформление	6

		отчетов по лабораторной работе	
6		Выполнение домашнего задания	3
7		подготовка к зачету	4
Всего за 5 семестр			40
8	Раздел 3. Полупроводники и Металлы.	Изучение материалов, подготовка к диагностической работе	8
9		Подготовка к лабораторным работам. Оформление отчетов по лабораторной работе	12
10	Раздел 4. Полупроводниковые приборы.	Изучение материалов, подготовка к диагностической работе	6
11		Подготовка к лабораторным работам. Оформление отчетов по лабораторной работе	6
12		Выполнение домашнего задания	3
13		подготовка к экзамену	5
Всего за 6 семестр			40

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
5					Отч. по ЛР	ДР			ДЗ	ДР		Отч. по ЛР		Отч. по ЛР	ДЗ	ДР	зач.
6					Отч. по ЛР	ДР				ДР		Отч. по ЛР		Отч. по ЛР	ДЗ	ДР	

Условные обозначения:

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

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

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

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- зачет;
- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. И. Ансельм. . Введение в теорию полупроводников. СПб.: Лань, 2008, 59 экз.
2. В. В. Лентовский, Н. А. Иванова, Д. Л. Фёдоров. . Основы физики твёрдого тела. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 125 экз.
3. И. В. Савельев. Курс общей физики. Т. 3 Квантовая физика. Атомная физика. Физика твёрдого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, 292 экз.
4. И. В. Савельев. . Курс физики. В 3 томах. Санкт-Петербург: Лань, 2023, эл. рес.
5. И. В. Савельев. . Курс общей физики. В 5 томах. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. Т. Камия, М. Оцу, Ё. Ямамото. . Физика полупроводниковых лазеров. М.: Мир, 1989, 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://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;
2. <https://urait.ru/> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов;
3. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань.

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:

1. Установка для исследования полупроводниковых лазеров;
2. Установка для лабораторных работ по "Волновая и квантовая оптика".

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 ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *12.03.02 Оптомехника*. Дисциплина реализуется на факультете О Естественнотехнический БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой О4 ФИЗИКА.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-5 способность участвовать в разработке текстовой, проектной и конструкторской документации в соответствии с нормативными требованиями.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с строением и физическими свойствами кристаллического вещества. Особое внимание уделяется полупроводниковым кристаллам и приборам на их основе.

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:

- зачет;
- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **6 з.е., 216 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**68 ч.**), лабораторный практикум (**68 ч.**), самостоятельная работа студента (**80 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 216 ч., из них 136 ч. аудиторных занятий, и 80 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. Кристаллическая решетка.		
Изучение материалов, подготовка к диагностической работе	Т. Камия, М. Оцу, Ё. Ямамото. . Физика полупроводниковых лазеров: М.: Мир, 1989 (все) И. В. Савельев. Курс общей физики. Т. 3 Квантовая физика. Атомная физика. Физика твёрдого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (все)	5
Выполнение домашнего задания	И. В. Савельев. . Курс физики. В 3 томах: Санкт-Петербург: Лань, 2023 (том 2, том 3)	3
Подготовка к лабораторным работам. Оформление отчетов по лабораторной работе	И. В. Савельев. . Курс общей физики. В 5 томах: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (том 4, том 5) А. И. Ансельм. . Введение в теорию полупроводников: СПб.: Лань, 2008 (все) В. Л. Матухин, В. Л. Ермаков. . Физика твёрдого тела: СПб.: Лань, 2010 (все)	12
Итого по разделу 1		20
Раздел 2. Электроны в кристалле.		
Изучение материалов, подготовка к диагностической работе	И. В. Савельев. Курс общей физики. Т. 3 Квантовая физика. Атомная физика. Физика твёрдого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (все)	7
Подготовка к лабораторным работам. Оформление отчетов по лабораторной работе		6
Выполнение домашнего задания		3
подготовка к зачету		4
Итого по разделу 2		20
Раздел 3. Полупроводники и Металлы.		
Изучение материалов, подготовка к диагностической работе	В. Л. Матухин, В. Л. Ермаков. . Физика твёрдого тела: СПб.: Лань, 2010 (все)	8
Подготовка к лабораторным работам. Оформление отчетов по лабораторной работе		12
Итого по разделу 3		20
Раздел 4. Полупроводниковые приборы.		
Изучение материалов, подготовка к	В. В. Лентовский, Н. А. Иванова, Д. Л. Фёдоров. . Основы физики твёрдого тела: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф.	6

диагностической работе	Устинова, 2018 (все)	
Подготовка к лабораторным работам. Оформление отчетов по лабораторной работе		6
Выполнение домашнего задания		3
подготовка к экзамену		5
Итого по разделу 4		20

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

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

Домашнее задание

В домашнем задании от 5 до 6 задач. Домашнее задание «зачтено», если решено не менее 80% задач. Варианты индивидуальных домашних заданий по разделам курса и требования к их оформлению представлены в УМК дисциплины и выложены в ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ».

Отчет по ЛР

Отчет по лабораторной работе (ЛР) представляется в рукописном виде в формате, предусмотренном шаблоном (шаблон ЛР размещен в ЭИОС Moodle и в УМК дисциплины) ЛР считается принятой, а студент получает за нее отметку «сдано», если

а) представленный отчет содержит

- сводные таблицы с результатами измерений;
- расчет значений искомых величин и их погрешностей с правильным представлением окончательного результата;
- графики в соответствии с требованиями, изложенными в методических пособиях к ЛР (требования продублированы в шаблоне отчета ЛР);
- анализ полученных результатов путем сравнения их с теоретическими значениями;
- письменные ответы на все контрольные вопросы (контрольные вопросы приведены в методических указаниях к каждой ЛР).

б) при защите ЛР:

- студент в форме краткого сообщения изложил результаты и методику проведения эксперимента данной ЛР;
- студент, в устной форме, верно ответил на 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 – отчет подлежит доработке или студенту рекомендуется изучить вопрос, на который он ответил неверно.

Зачет

Зачтено по дисциплине ставится, если обучающийся выполнил и защитил все лабораторные рабы, а также успешно сдал домашнее задание.

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		ОПК-5	
3	5	Раздел 1. Кристаллическая решетка.	54	34	18	16	20	25	Отчет по ЛР, Домашнее задание
3	5	Раздел 2. Электроны в кристалле.	54	34	16	18	20	25	Отчет по ЛР, Домашнее задание
Всего за 5 семестр			108	68	34	34	40	50	
3	6	Раздел 3. Полупроводники и Металлы.	54	34	16	18	20	25	Отчет по ЛР
3	6	Раздел 4. Полупроводниковые приборы.	54	34	18	16	20	25	Отчет по ЛР, Домашнее задание
Всего за 6 семестр			108	68	34	34	40	50	
Всего по дисциплине			216	136	68	68	80	100	

Критерии оценивания

ОПК-5

Вопросы открытого типа:

- № 1 Назовите основные типы взаимодействия существуют между частицами твёрдого тела?
- № 2 Что такое ионная связь?
- № 3 Как образуется металлическая связь?
- № 4 Что называется элементарной ячейкой?
- № 5 Какие существуют простые регулярные упаковки, на которых достигается максимальная средняя плотность?
- № 6 Что за вещество с решеткой цинковая обманка (сфалерит)?
- № 7 Что такое индексы Миллера?
- № 8 Что такое обратная решетка?
- № 9 Что такое фонон?
- № 10 Какую роль играют фононы в физических явлениях?
- № 11 Как фононы связаны с звуком?
- № 12 При разрушении одной ковалентной связи какие свободные носители электрических зарядов образуются в полупроводнике?
- № 13 Если в чистый кристалл кремния поместить атом трёхвалентного индия, то какой вид свободных носителей электрического заряда станет больше?
- № 14 Элемент какой группы следует ввести в полупроводник, относящийся к IV группе, чтобы получить в нем проводимость р-типа?
- № 15 Какие переходы называются не прямыми?
- № 16 В чем отличие бозонов от фермионов?
- № 17 Как распределяется уровень Ферми в полупроводнике?
- № 18 Как определяется, является ли вещество полупроводником?
- № 19 Что такое термоэлектронная эмиссия?
- № 20 Что такое молекулярно пучковая эпитаксия,

Вопросы закрытого типа:

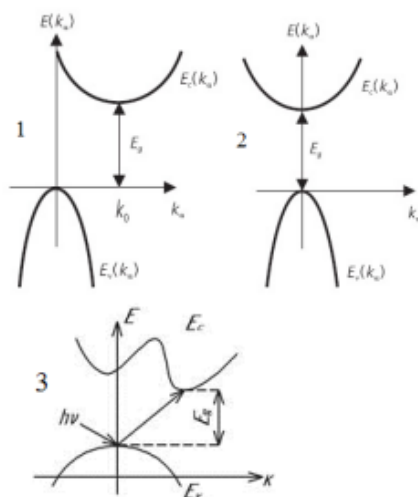
- № 1 Выберите все вещества с простой кубической кристаллической решёткой?
1. NaCl
 2. Оксид железа FeO₂
 3. Йод
 4. Алмаз
 5. Al
 6. Cu
 7. Ванадий
 8. Хром
 9. ZnSe
 10. GaAs
- № 2 Выберите все вещества с гранецентрированной кубической кристаллической решеткой?
1. NaCl
 2. Оксид железа FeO₂
 3. Йод
 4. Алмаз
 5. Al
 6. Cu
 7. Ванадий
 8. Хром
 9. ZnSe
 10. GaAs
- № 3 Выберите все вещества с объемно-центрированной кубической кристаллической решеткой?

1. NaCl
2. Оксид железа FeO2
3. Йод
4. Алмаз
5. Al
6. Cu
7. Ванадий
8. Хром
9. ZnSe
10. GaAs

№ 4 Выберите все вещества с решеткой цинковая обманка (сфалерит)?

1. NaCl
2. Оксид железа FeO2
3. Йод
4. Алмаз
5. Al
6. Cu
7. Ванадий
8. Хром
9. ZnSe
10. GaAs

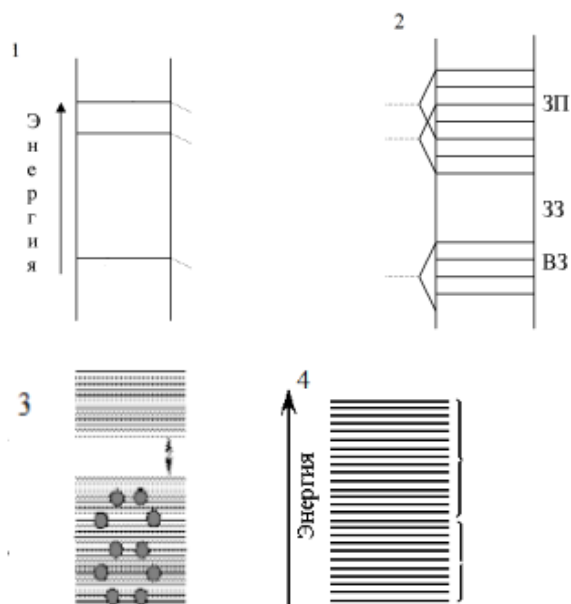
№ 5 Покажите зонную диаграмму прямозонного полупроводника



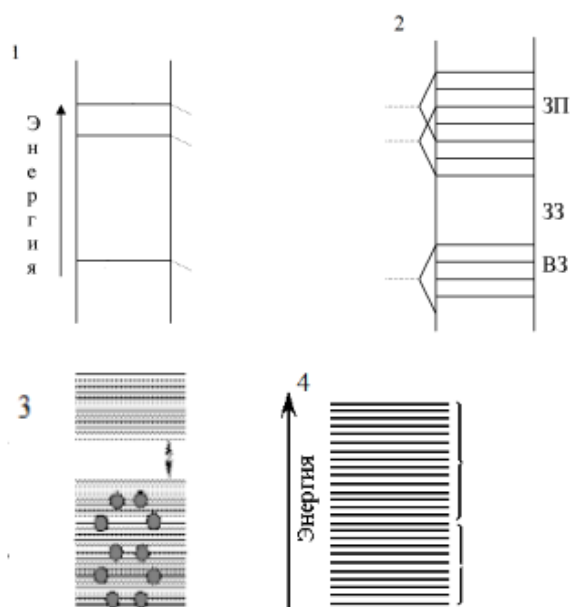
№ 6 Какому статистическому распределению подчиняется концентрация носителей в невырожденном полупроводнике

1. Функция распределения Гаусса
2. Функция распределения Бозе-Эйнштейна
3. Функция распределения Больцмана
4. Функция распределения Ферми-Дирака

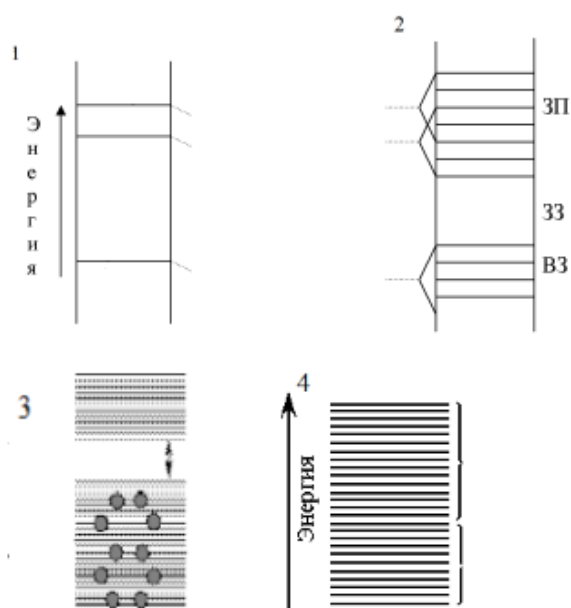
№ 7 Покажите энергетическую диаграмму уединенного атома



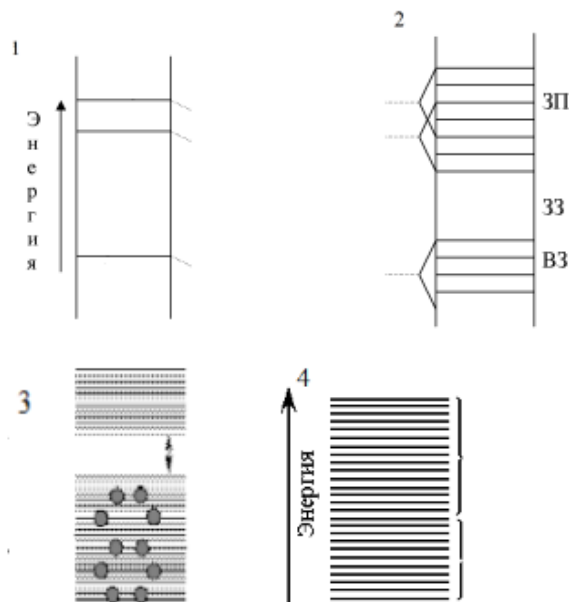
№ 8 Покажите энергетическую диаграмму полупроводника



№ 9 Покажите энергетическую диаграмму группы атомов



№ 10 Покажите энергетическую диаграмму металла



- № 11 От какого энергетического уровня отсчитываются границы запрещённой зоны в полупроводнике?
1. от потолка валентной зоны
 2. от дна зоны проводимости
 3. от уровня вакуума
- № 12 Что называется шириной запрещенной зоны?
1. энергия, отделяющая уровень вакуума от дна зоны проводимости;
 2. разность работы выхода и уровня Ферми;
 3. разность работы выхода и вершины валентной зоны;
 4. разница между уровнями энергии дна зоны проводимости и вершины валентной зоны;
 5. разность работ выхода в барьере Шоттки;
 6. энергия, отделяющая уровень вакуума от вершины валентной зоны.
- № 13 Какое из измерений характеристик кристаллической решётки приведёт к росту плотности вещества?
1. увеличение параметров решётки
 2. уменьшение количества пор в элементарной ячейке
 3. увеличение числа атомов в ячейке.
- № 14 Как влияет температура на удельное электрическое сопротивление собственных полупроводников?
1. С ростом температуры удельное электрическое сопротивление собственных полупроводников уменьшается
 2. С ростом температуры удельное электрическое сопротивление собственных полупроводников увеличивается
 3. С ростом температуры удельное электрическое сопротивление собственных полупроводников не меняется
- № 15 Какая характеристика решётки определяет число атомов, находящихся на наименьшем равном расстоянии от данного атома?
1. параметр решётки
 2. коэффициент компактности
 3. координационное число
 4. базис
- № 16 Какие существуют виды деформаций? (выдерите все возможные варианты ответа)

1. Растяжение и сжатие
2. Верчение
3. Сдвиг
4. Изгиб
5. Выгиб
6. Кручение

№ 17

Что такое экситон?

1. Нейтральная квазичастица, представляющее собой энергетически связанное состояние электрона и дырки
2. Квант колебаний кристаллической решетки
3. Квант электромагнитной волны
4. Квазичастица, основанная на взаимодействии электрона проводимости с длинноволновыми продольными оптическими фононами

№ 18

Где находятся энергетические уровни примесных уровней?

1. в разрешённой зоне
2. в запрещённой зоне
3. в валентной зоне
4. в вакууме

№ 19

От чего зависит поглощение света в полупроводнике? (Выберите все верные ответы)

1. от наличия свободных состояний в зоне проводимости, соответствующих энергии фотона
2. от наличия электронов в валентной зоне
3. от уровня легирования
4. от ширины запрещённой зоны

№ 20

Возможно ли поглощение фотона с энергией меньшей, чем энергия запрещенной зоны в полупроводнике?

1. Невозможно, ни при каких условиях
2. Возможно, если будет поглощаться фотон одновременно только с фононом
3. Возможно, если будет поглощаться фотон одновременно только с экситоном
4. Возможно, при одновременном поглощении фотона, фонона и экситона