

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ ФИЗИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ

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	8	3	108	39	13	26	0	69	0	0	69	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 ОСНОВЫ ФИЗИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ

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:

- принципов формирования зонной структуры полупроводников. Основы кристаллического строения материалов, влияние вида химической связи на свойства материала. Различия между металлами, полупроводниками и диэлектриками;

- понятия носителя заряда в полупроводниках (электроны и "дырки"), свойства собственной и примесной проводимости;

- принципов поглощения и испускания света полупроводниками. Понятие неравновесных носителей заряда, генерации и рекомбинации;

- связи между фундаментальными свойствами полупроводникового материала и свойствами полупроводниковой структуры, предназначенной для приема и излучения лучевых потоков;

- свойств контактов между полупроводниками с различной проводимостью, а также контактов между металлом и полупроводником;

умения:

- рассчитывать концентраций носителей заряда в собственных и примесных полупроводниках, их проводимости;

- строить зонные диаграммы для контактов металл-полупроводник, полупроводник-полупроводник;

- рассчитывать вольт-амперные характеристики для контактов металл-полупроводник, полупроводник-полупроводник;

- выполнять выбор полупроводниковых материалов для достижения заданных свойств полупроводниковой структуры;

навыки:

- строить графики приборных характеристик полупроводниковых диодов, в том числе фотодиодов и солнечных элементов;

- моделирования с использованием программных продуктов Matlab и GNU Octave.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

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

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

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 3 з.е., 108 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-3.1
4	8	Раздел 1. Введение. Кристаллическое строение твердых тел. Энергетическая зонная структура. 1.1. Полупроводники, их история и роль в жизни современного общества 1.2. Виды связей между молекулами и атомами. Кристаллы, поликристаллы, нанокристаллы и аморфные твердые тела. 1.3 Уровни энергии в уединенном атоме, группе связанных, кристалле.	29	12	4	8	17	25
4	8	Раздел 2. Собственные и примесные полупроводники. 2.1 Собственные полупроводники 2.2 Примесные полупроводники. 2.3. Электрические свойства и явления переноса носителей в полупроводниках. Электропроводность полупроводников. Диффузия и дрейф носителей заряда. 2.4. Рассеяние носителей заряда в полупроводниках. 2.5. Теплопроводность полупроводников. 2.6. Поглощение света и генерация носителей в полупроводниках. Механизмы поглощения света в полупроводниках. 2.7. Рекомбинация носителей и излучение в полупроводниках. 2.8. Перспективы развития и место на сегодняшний день полупроводников в мировой электронной индустрии.	79	27	9	18	52	75
Всего за 8 семестр			108	39	13	26	69	100
Всего по дисциплине			108	39	13	26	69	100

3.2. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Введение.	Вводное занятие	2
2	Кристаллическое строение твердых тел. Энергетическая зонная структура.	Лабораторная работа №1 Определение концентрации основных носителей. Лабораторная работа №2 Определение времени жизни неравновесных носителей заряда в полупроводниковом материале.	6
3	Раздел 2. Собственные и примесные полупроводники.	Лабораторная работа №3 Исследование полупроводникового диода. Лабораторная работа №4 Исследование биполярного транзистора. Защита лабораторных работ Лабораторная работа №5 Исследование полевого транзистора. Лабораторная работа №6 Исследование фоторезистора Лабораторная работа №7 Исследование фотодиода Лабораторная работа №8 Исследование спектров фотолюминесценции.	18
Всего за 8 семестр			26

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1		Освоение материала лекций и подготовка к диагностической работе	5
2	Раздел 1. Введение. Кристаллическое строение твердых тел. Энергетическая зонная структура.	Подготовка к 2 лабораторным работам Оформление отчетов и подготовка к защите по 2 лабораторным работам	8
3		Выбор темы реферата Поиск и обработка материалов по тематике реферата	4
4	Раздел 2. Собственные и примесные полупроводники.	Освоение материала лекций и подготовка к диагностической работе	10

5		Поиск и обработка материалов по тематике реферата. Подготовка презентации для доклада по теме реферата. Защита реферата.	15
6		Подготовка к 6 лабораторным работам Оформление отчетов и подготовка к защите по 6 лабораторным работам	19
7		Подготовка к экзамену	8
Всего за 8 семестр			69

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
8			Отч. по ЛР	Отч. по ЛР	Отч. по ЛР	ДР	Отч. по ЛР	Отч. по ЛР	Отч. по ЛР	ДР	Отч. по ЛР	Отч. по ЛР	Реф

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР;
- Реф – реферат.

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

- диагностическая работа;
- отчет по ЛР;
- реферат.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- 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. А. Я. Шик, Л. Г. Бакуева, С. Ф. Мусихин. . Физика низкоразмерных систем. СПб.: Наука, 2001, 6 экз.
3. В. В. Лентовский. . Приборы квантовой электроники. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, 69 экз.
4. В. С. Сорокин, Б. Л. Антипов, Н. П. Лазарева. Материалы и элементы электронной техники. Т. 1 Проводники, полупроводники, диэлектрики. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 5 экз.
5. Е. Г. Бородина, В. В. Лентовский. . Основы квантовой электроники. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 353 экз.
6. Л. Е. Воробьев, С. Н. Данилов, Е. Л. Ивченко. . Кинетические и оптические явления в сильных электрических полях в полупроводниках и наноструктурах. СПб.: Наука, 2000, 6 экз.
7. Ю. Г. Шретер, В. А. Зыков, В. Г. Сидоров. . Широкозонные полупроводники. СПб.: Наука, 2001, 6 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://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.

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 ПОЛУПРОВОДНИКОВ** 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-3.1 способность проектировать и конструировать оптомехнику, оптические и оптико-электронных приборы и комплексы.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основной теории полупроводников, а именно кристаллическим строением, структурой энергетических зон, статистикой носителей заряда, кинетическими явлениями, поглощением и испусканием оптического излучения, свойствами контактов различных полупроводников, а также контакта металл-полупроводник, принципами работы простейших полупроводниковых приборов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- отчет по ЛР;
- реферат.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**13 ч.**), лабораторный практикум (**26 ч.**), самостоятельная работа студента (**69 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 39 ч. аудиторных занятий, и 69 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. Введение. Кристаллическое строение твердых тел. Энергетическая зонная структура.		
Освоение материала лекций и подготовка к диагностической работе	А. И. Ансельм. . Введение в теорию полупроводников: СПб.: Лань, 2008 (все) Е. Г. Бородина, В. В. Лентовский. . Основы квантовой электроники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (все) В. В. Лентовский. . Приборы квантовой электроники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (все)	5
Подготовка к 2 лабораторным работам Оформление отчетов и подготовка к защите по 2 лабораторным работам	Л. Е. Воробьев, С. Н. Данилов, Е. Л. Ивченко. . Кинетические и оптические явления в сильных электрических полях в полупроводниках и наноструктурах: СПб.: Наука, 2000 (все) А. Я. Шик, Л. Г. Бакуева, С. Ф. Мусихин. . Физика низкоразмерных систем: СПб.: Наука, 2001 (все) Ю. Г. Шретер, В. А. Зыков, В. Г. Сидоров. . Широкозонные полупроводники: СПб.: Наука, 2001 (все)	8
Выбор темы реферата Поиск и обработка материалов по тематике реферата	В. С. Сорокин, Б. Л. Антипов, Н. П. Лазарева. Материалы и элементы электронной техники. Т. 1 Проводники, полупроводники, диэлектрики: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (все)	4
Итого по разделу 1		17
Раздел 2. Собственные и примесные полупроводники.		
Освоение материала лекций и подготовка к диагностической работе	Ю. Г. Шретер, В. А. Зыков, В. Г. Сидоров. . Широкозонные полупроводники: СПб.: Наука, 2001 (все)	10
Поиск и обработка материалов по тематике реферата. Подготовка презентации для доклада по теме реферата. Защита реферата.		15
Подготовка к 6 лабораторным работам Оформление отчетов и подготовка к защите по 6 лабораторным работам		19
Подготовка к экзамену		8
Итого по разделу 2		52

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- отчет по ЛР;
- реферат;
- 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 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.

Реферат

Темы рефератов представлены в УМК дисциплины.

Текст реферата должен быть набран шрифтом Times New Roman, 14, с одинарным или полуторным межстрочным интервалом. Обязательно использование не менее 3 отечественных и не менее 3 иностранных источников, опубликованных в последние 10 лет. Обязательно использование электронных баз данных.

Реферат должен состоять из четырех основных частей:

- введение,
- основная часть (она может состоять из нескольких глав),
- заключение,
- список использованной литературы.

Общий объем реферата 10-15 страниц машинописного текста: введение – 1-2 страницы, основная часть – 8-11 страниц, заключение – 1-2 страницы.

Процедура защиты реферата: выступление в течение 10 минут.

Критерии оценки:

- Соответствие содержания теме
- Глубина проработки материала
- Правильность и полнота использования источников
- Соответствие оформления реферата стандартам.

На «зачтено»:

1. присутствие всех вышеперечисленных требований;
2. знание изложенного в реферате материала, умение грамотно и аргументировано изложить суть проблемы;
3. присутствие личной заинтересованности в раскрываемой теме, собственную точку зрения, аргументы и комментарии, выводы;
4. умение свободно беседовать по любому пункту плана, отвечать на вопросы по теме реферата;
5. умение анализировать фактический материал и статистические данные, использованные при написании реферата;
6. наличие качественно выполненного презентационного материала или (и) раздаточного, не дублирующего основной текст защитного слова, а являющегося его иллюстративным фоном.

Т.е. при защите реферата показать не только «знание - воспроизведение», но и «знание - понимание», «знание - умение».

Реферат считается не сданным, а студент отправляется на доработку, если

1. тема реферата раскрыта недостаточно полно;
2. затруднения в изложении, аргументировании;
3. значительные трудности по одному из перечисленных выше требований.

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-3.1	
4	8	Раздел 1. Введение. Кристаллическое строение твердых тел. Энергетическая зонная структура.	29	12	4	8	17	25	Отчет по ЛР
4	8	Раздел 2. Собственные и примесные полупроводники.	79	27	9	18	52	75	Отчет по ЛР, Реферат
Всего за 8 семестр			108	39	13	26	69	100	
Всего по дисциплине			108	39	13	26	69	100	

Критерии оценивания

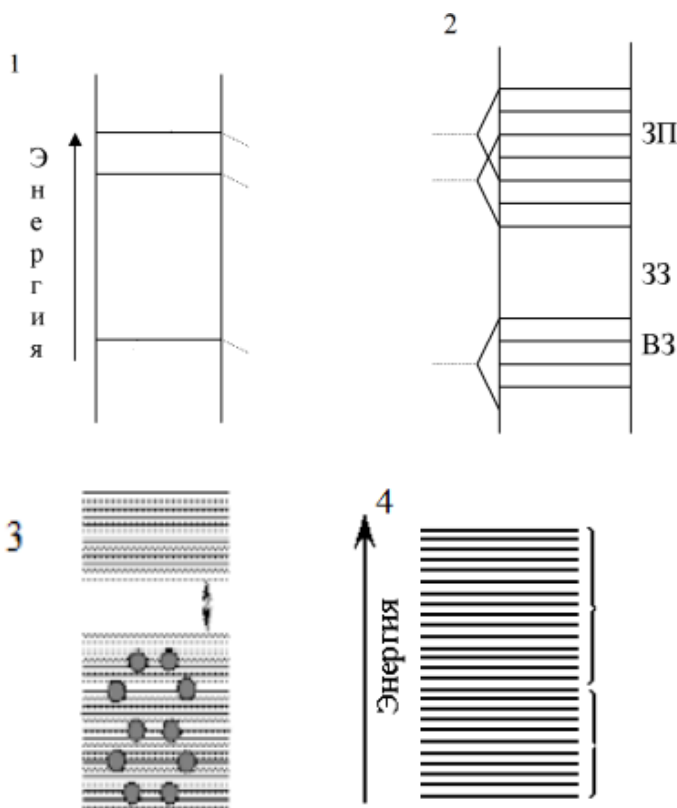
ПСК-3.1

Вопросы открытого типа:

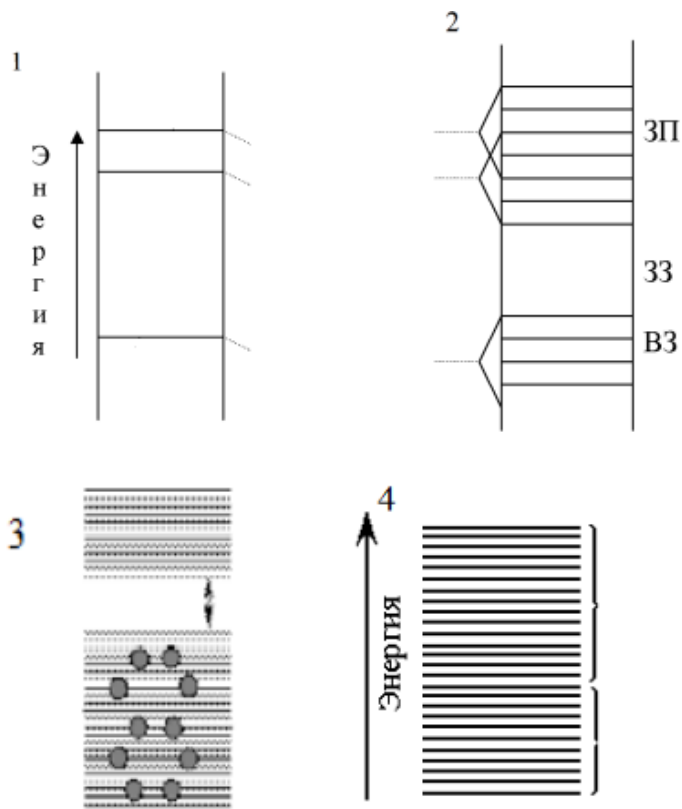
- № 1 Каким типом проводимости обладают полупроводники с акцепторной примесью?
- № 2 Каким типом проводимости обладают полупроводники с донорной примесью?
- № 3 Элемент какой группы следует ввести в полупроводник, относящийся к IV группе, чтобы получить в нем проводимость n-типа?
- № 4 Элемент какой группы следует ввести в полупроводник, относящийся к IV группе, чтобы получить в нем проводимость p-типа?
- № 5 Что такое длина дрейфа носителей заряда?
- № 6 Что такое фонон?
- № 7 Что такое Максвелловское время релаксации?
- № 8 В чем заключается физический смысл длины Дебая?
- № 9 Какому статистическому распределению подчиняется концентрация носителей в невырожденном полупроводнике?
- № 10 Какова ширина запрещенной зоны в GaAs?

Вопросы закрытого типа:

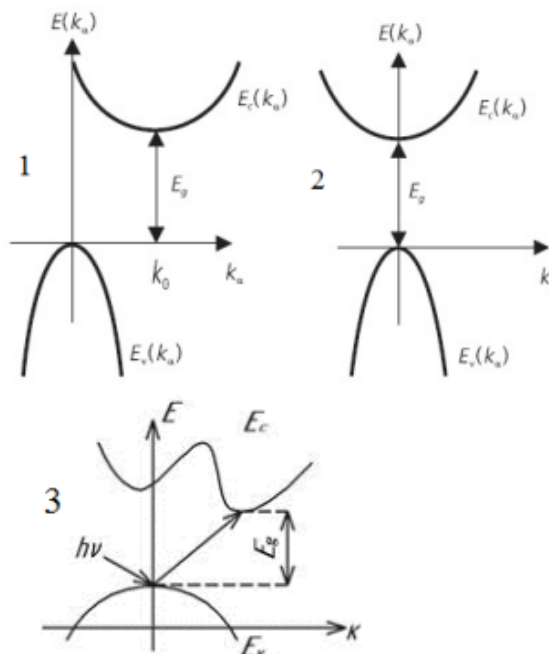
- № 1 Что называется шириной запрещенной зоны?
 1. энергия, отделяющая уровень вакуума от дна зоны проводимости;
 2. разность работы выхода и уровня Ферми;
 3. разность работы выхода и вершины валентной зоны;
 4. разница между уровнями энергии дна зоны проводимости и вершины валентной зоны;
 5. разность работ выхода в барьере Шоттки;
 6. энергия, отделяющая уровень вакуума от вершины валентной зоны.
- № 2 Покажите энергетическую диаграмму полупроводника



- № 3 Покажите энергетическую диаграмму уединенного атома



- № 4 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
- № 5 Что такое эффект Холла?
1. Возникновение продольного электрического поля при наличии градиента температуры.
 2. Перенос энергии при прохождении электрического тока в месте контакта двух разнородных проводников, от одного проводника к другому.
 3. Возникновение поперечной разности потенциалов при помещении проводника с постоянным током в магнитное поле
 4. Изменение электрического сопротивления материала в магнитном поле
- № 6 Чем определяется температура Дебая?
1. Температура Дебая зависит от температуры окружающей среды
 2. Определяется частотой акустических фононов в данном веществе
 3. Определяется разрушением кристаллической структуры
 4. Определяется теплоемкостью данного тела
- № 7 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
- № 8 Покажите зонную диаграмму прямозонного полупроводника



№ 9 От какого энергетического уровня отсчитываются границы запрещённой зоны в полупроводнике?

1. от потолка валентной зоны
2. от дна зоны проводимости
3. от уровня вакуума

№ 10 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