

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный  
университет  
им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)

**Институт физики и математики**

**Кафедра теоретической и экспериментальной физики**

<b>СОГЛАСОВАНО</b> Руководитель образовательной программы   Б.И. Кунжев «30» мая 2023 г.	<b>УТВЕРЖДАЮ</b> Директор Института физики и математики  Б.И. Кунжев «30» мая 2023 г.
---	--

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**«ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ И ДИЭЛЕКТРИКОВ»**

Направление подготовки  
**03.03.02 Физика**  
(код и наименование направления подготовки)

Профиль подготовки:  
**«Физика конденсированного состояния вещества»**  
(наименование профиля подготовки)

Квалификация (степень) выпускника  
**Бакалавр**

Форма обучения  
**Очная**

**Нальчик 2023**

Рабочая программа дисциплины «Физика полупроводников и диэлектриков» / сост. Х.Х. Калажоков – Нальчик: ФГБОУ КБГУ, 2023 –42 с.

Рабочая программа дисциплины предназначена для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 03.03.02 Физика (Профиль «Физика конденсированного состояния вещества»), 7-го семестра 4-го курса.

Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта ФГОС 3++ высшего образования по направлению 03.03.02 Физика (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 7 августа 2020 г. № 891, который зарегистрирован в Минюсте РФ 24 августа 2020 г., регистрационный № 59412.

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	Цели и задачи освоения дисциплины	4
2.	Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО	4
3.	Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	5
4.	Содержание и структура дисциплины (модуля)	5
5.	Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации	10
6.	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности	22
7.	Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)	25
7.1.	<i>Основная литература</i>	25
7.2.	<i>Дополнительная литература</i>	25
7.3.	<i>Периодические издания (газета, вестник, бюллетень, журнал)</i>	25
7.4.	<i>Интернет-ресурсы</i>	25
7.5.	<i>Методические указания по проведению различных учебных занятий, к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы</i>	27
8.	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	33
9.	Приложение 1. Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины	33
10.	Приложение 2. Распределение баллов текущего и рубежного контроля	34

### 1. Цели и задачи освоения дисциплины

**Цель курса:** ознакомить студентов со строением, электрооптическими свойствами полупроводниковых материалов, с основными физическими явлениями в данной области, а также с основами устройства и принципами работы полупроводниковых приборов, с их использованием в технике.

**Задачами курса** являются: освоить основы физики полупроводниковых материалов, устройства и принципов работы полупроводниковых приборов и с использованием их в электронике.

### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина (модуль) «Физика полупроводников и диэлектриков» относится к вариативной части профессионального цикла Б.1.В.04 и является одной из дисциплин, формирующих профессиональные знания и навыки, характерные для бакалавра по направлению подготовки 03.03.02 Физика, 4 курса, 7 семестра.

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах: Физика конденсированного состояния; Электродинамика; Атомная физика; Вакуумная электроника; Квантовая механика; Элементы статистической и квантовой физики и др.

### 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС3++ ВО по направлению подготовки 03.03.02 Физика (уровень бакалавриата):

*Профессиональные компетенции:*

**ПКС-2:** Способен проводить техническую верификацию и обслуживание приборов, аппаратов и методик диагностики и лечения, обеспечивать планирование облучения, дозиметрический контроль и радиационную безопасность, управление медицинскими информационными системами:

*В результате освоения дисциплины студент должен:*

**Знать:** основы физики полупроводников: отличительные особенности полупроводниковых материалов, электропроводность полупроводников, статистику электронов в полупроводниках, кинетические и контактные явления в полупроводниках;

основные законы взаимодействия фотонов с веществом, о приборах, работающих на основе взаимодействия фотонов с веществом, о методах исследования полупроводниковых материалов;

основные тенденции развития в соответствующей области науки.

**Уметь:** проводить элементарные расчеты по определению параметров полупроводников; -использовать технику для построения характеристик контактов и извлекать из полученных данных необходимые параметры полупроводниковых материалов и приборов;

- осуществлять отбор материала, характеризующего достижения науки с учетом специфики направления подготовки.

**Владеть:** методами исследования полупроводниковых материалов, изучение их электропроводности, технологией построения контактов полупроводник-металл, полупроводник-диэлектрик и т.д.,

- приемами обработки первичной экспериментальной информации, способами расчета характеристик и параметров.

- методами и технологиями межличностной коммуникации, навыками публичной речи.

#### 4. Содержание и структура дисциплины (модуля)

##### 4.1. Содержание разделов дисциплины «Физика полупроводников и диэлектриков» перечень оценочных средств и контролируемых компетенций

№ пп	Наименование раздела	Содержание раздела	Код контролируе мой компетенции (или ее части)	Наимено вание оценочно го средства
1	Введение. Элементы физики твердого тела.	Введение. Историческая справка. Роль физики полупроводников и диэлектриков в развитии современной электроники. Элементы зонной теории. Волновая функция и энергетический спектр электронов в кристаллах в приближении в сильной связи. Возможное заполнение зон в некоторых классах веществ.	ПКС-2	ДЗ, Р, К, КР, Т
2	Понятие эффективной массы электрона.	Эффективная масса. Модели, иллюстрирующие отрицательную эффективную массу. Мелкие и глубокие уровни и их влияние на свойства полупроводников.	ПКС-2	ДЗ, Р, К, КР, Т
3	Статистика электронов	Статистика равновесных носителей в полупроводниках. Плотность состояний и функция распределения. Случай изоэнергетической сферической поверхности. Распределение Ферми-Дирака. Уравнение электронейтральности. Температурная зависимость положения уровня Ферми и концентрации носителей в собственных и примесных полупроводниках.	ПКС-2	ДЗ, Р, К, КР, Т
4	Механизмы рассеяния электронов в полупроводниках	Рассеяние носителей на дефектах кристаллической решетки. Эффективное сечение. Оценка эффективного сечения рассеяния для различных дефектов. Зависимость времени релаксации от энергии и температуры.	ПКС-2	ДЗ, Р, К, КР, Т
5	Электропроводность в полупроводниках	Электропроводность полупроводников в слабых электрических полях. Температурная зависимость электропроводности. Сравнение с экспериментом. Приборы основанные на температурной зависимости электропроводности. Электропроводность в сильных	ПКС-2	ДЗ, Р, К, КР, Т

		электрических полях. Зависимость подвижности от электрического поля. Изменение концентрации равновесных носителей под действием электрического поля.		
6	Акустические явления в полупроводниках	Акустоэлектрические явления. Взаимодействие упругих волн с электронами проводимости. Упругие волны в пьезоэлектрических веществах. Электронное поглощение и усиление ультразвуковых волн. Акустоэлектрический эффект. Гальваномагнитные явления.	ПКС-2	ДЗ, Р, К, КР, Т
7	Эффект Холла	Эффект Холла в примесных и собственных полупроводниках. Холловская и дрейфовая подвижности. Изменение сопротивления вещества в магнитном поле.	ПКС-2	ДЗ, Р, К, КР, Т
8	Термоэлектрические явления.	Термоэлектрические явления. Явления Зеебека. Зависимость дифференциальной термо-ЭДС от температуры и степени легирования. Эффекты Пельтье и Томсона. Связь между термоэлектрическими коэффициентами.	ПКС-2	ДЗ, Р, К, КР, Т
9	Неравновесные носители в полупроводниках	Генерация и рекомбинация неравновесных носителей. Неравновесные носители и их отличие от равновесных. Уравнение непрерывности. Биполярная и монополярная световая генерация. Межзонная рекомбинация. Зависимость времени жизни от температуры, степени легирования и ширины запрещенной зоны. Межзонная ударная рекомбинация. Рекомбинация носителей через ловушки. Классификация ловушек. Зависимость времени жизни от степени легирования и температуры. Влияние центров прилипания на кинетику процессов.	ПКС-2	ДЗ, Р, К, КР, Т
10	Оптические свойства полупроводников	Оптические свойства полупроводников. Законы сохранения. Собственное поглощение. Прямые и не прямые переходы. Поглощение излучения экситонами, примесями, свободными	ПКС-2	ДЗ, Р, К, КР, Т

		носителями и колебаниями атомов.		
11	Фотоэлектрические явления	Фотоэлектрические явления. Фотопроводимость полупроводников. Кинетика фотопроводимости. Собственная и примесная фотопроводимости. Термостимулированная фотопроводимость. Диффузия и дрейф неравновесных носителей. Диффузия и дрейф при монополярной проводимости и собственных полупроводниках. Эффекты Дембера и фотоэлектромагнитный.	ПКС-2	ДЗ, Р, К, КР, Т
12	Поверхностные явления в полупроводниках	Поверхностные явления в полупроводниках. Зависимость концентрации носителей от величины изгиба зон. Поверхностная проводимость. Эффект поля в полупроводниках.	ПКС-2	ДЗ, Р, К, КР, Т
13	Контактные явления	Контактные явления в полупроводниках. Энергетические диаграммы контакта полупроводника с металлов во внешнем поле. Условия применимости диодной теории. Вольтамперная характеристика контакта полупроводника с металлом. Сравнение теории с экспериментом. Диффузионная теория выпрямления контакта полупроводника с металлом.	ПКС-2	ДЗ, Р, К, КР, Т
14	Р-п-переход	Электронно-дырочный переход. Распределение примесей, объемного заряда, свободных носителей, напряженности поля и потенциала на р-п переходе. Выпрямления на р-п переходе. Энергетические диаграммы р-п перехода в равновесном состоянии и под влиянием внешнего поля. Теория тонкого р-п перехода. Учет рекомбинации. Сравнение с экспериментом. Гетеропереходы. Влияние поверхностных уровней. Туннельные р-п переходы. МДП-структуры. Вентильная фото-ЭДС.	ПКС-2	ДЗ, Р, К, КР, Т
15	Поляризация диэлектриков	Поляризация диэлектриков и диэлектрические потери. Поляризация неполярных и полярных диэлектриков. Зависимость относительной	ПКС-2	ДЗ, Р, К, КР, Т

		диэлектрической проницаемости от температуры и частоты. Понятие о комплексной диэлектрической проницаемости. Дипольно-релаксационные и ионно-релаксационные потери в диэлектриках. Потери сквозной проводимости. Температурная и частотная зависимость $\operatorname{tg} \delta$ для различных типов диэлектрических потерь.		
--	--	---	--	--

В графе 4 приводятся планируемые формы текущего контроля. Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение домашнего задания (ДЗ), написание реферата (Р), коллоквиум (К), рубежный контроль (РК), тестирование (Т) и т.д.

#### 4.2. Структура дисциплины (модуля)

**Таблица 2. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.ед. (108 ч.)**

Вид работы	Трудоемкость, часов	
	7 семестр	7 семестр
<b>Общая трудоемкость (в зач. ед.)</b>	<b>3 з.ед. (108)</b>	<b>3 з.ед. (108)</b>
<b>Контактная работа: (в часах):</b>	<b>70</b>	<b>70</b>
<i>Лекции (Л)</i>	32	32
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	38	38
<b>Самостоятельная работа (в часах):</b>	<b>29</b>	<b>29</b>
<i>Курсовая работа (КР)</i>	-	-
<i>Самостоятельная работа (СР)</i>	29	29
<b>Контроль</b>	<b>9</b>	<b>9</b>
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	9	9
<b>Вид итогового контроля</b>	<b>Зачет</b>	<b>Зачет</b>

#### 4.3. Содержание дисциплины (лекционные занятия)

**Таблица 3. Лекционные занятия**

№ пп	Тема
1	Введение. Элементы физики твердого тела.
2	Понятие эффективной массы электрона.
3	Статистика электронов
4	Механизмы рассеяния электронов в полупроводниках
5	Электропроводность полупроводников
6	Акустические явления в полупроводниках
7	Эффект Холла
8	Термоэлектрические явления.
9	Неравновесные носители в полупроводниках
10	Оптические свойства полупроводников
11	Фотоэлектрические явления
12	Поверхностные явления в полупроводниках



13	Контактные явления
14	P-n-переход
15	Поляризация диэлектриков

**4.4. Содержание дисциплины (лабораторные занятия)** – учебным планом не предусмотрены.

**4.5. Содержание дисциплины (практические занятия)**

*Таблица 5. Практические занятия*

№	Тема
1	Определение типа, концентрации и подвижности равновесных носителей.
2	Определение ширины запрещенной зоны.
3	Изучение термо-ЭДС в полупроводниках.
4	Определение КРП между полупроводником и металлом.
5	Изучение свойств р-п перехода.
6	Изучение частотной зависимости диэлектрической проницаемости и $\tan \delta$ диэлектриков.
7	Исследование температурной зависимости диэлектрической проницаемости и $\tan \delta$ диэлектриков.
8	Изучение поглощения света в полупроводниках.
9	Изучение фотопроводимости полупроводников.
10	Измерение диффузионной длины и времени жизни неравновесных носителей зарядов.
11	Измерение скорости поверхностной рекомбинации полупроводников.

**4.6. Самостоятельное изучение разделов дисциплины**

*Таблица 6. Самостоятельная работа*

№ пп	Наименование лабораторных работ
1	Концентрация и уровень Ферми в вырожденных полупроводниках
2	P-n-переход и его свойства
3	Увлечение электронов фононами в полупроводниках. Температурная зависимость термо-ЭДС
4	Диффузия и дрейф неравновесных носителей заряда в полупроводниках
5	Генерация и рекомбинация неравновесных носителей при сильном уровне возбуждения
6	Физика явлений в системе МДП
7	Фотопроводимость полупроводников при сильном уровне инжекции

8	Ионно-релаксационная поляризация и потери
9	Фотоэлектрические явления в полупроводниках

### **5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям. Формирование этих дескрипторов происходит в течение всего семестра по этапам в рамках различного вида знаний и самостоятельной работы.

В ходе изучения дисциплины предусматриваются текущий, рубежный контроль и промежуточная аттестация.

#### **5.1. Оценочные материалы для текущего контроля**

**Цель текущего контроля** – оценка результатов работы в семестре и обеспечение своевременной обратной связи для коррекции обучения активации самостоятельной работы обучающегося. Объектом текущего контроля являются конкретизированные результаты обучения (учебные достижения) по дисциплине.

**Текущий контроль** успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины и включает: ответы на теоретические вопросы на практическом занятии, решение практических задач и выполнения заданий на практическом занятии, самостоятельное выполнение индивидуальных домашних заданий (например, решение задач) с отчетом (защитой) в установленный срок, написание докладов, рефератов, дискуссии.

Оценка качества подготовки на основании выполненных заданий ведется преподавателем (с обсуждением результатов), баллы начисляются в зависимости от сложности задания.

#### **5.1.1. Вопросы по темам дисциплины «Физика полупроводников и диэлектриков», (контролируемые компетенции ОПК-1 и ПК-2):**

**Тема 1.** Роль физики полупроводников и диэлектриков в развитии современной электроники. Элементы зонной теории. Волновая функция и энергетический спектр электронов в кристаллах в приближении в сильной связи. Возможное заполнение зон в некоторых классах веществ.

Эффективная масса. Модели, иллюстрирующие отрицательную эффективную массу. Мелкие и глубокие уровни и их влияние на свойства полупроводников.

**Тема 2.** Статистика равновесных носителей в полупроводниках. Плотность состояний и функция распределения. Случай изоэнергетической сферической поверхности. Распределение Ферми-Дирака. Уравнение электронейтральности. Температурная зависимость положения уровня Ферми и концентрации носителей в собственных и примесных полупроводниках.

**Тема 3.** Рассеяние носителей на дефектах кристаллической решетки. Эффективное сечение. Оценка эффективного сечения рассеяния для различных дефектов. Зависимость времени релаксации от энергии и температуры.

**Тема 4.** Электропроводность полупроводников в слабых электрических полях. Температурная зависимость электропроводности. Сравнение с экспериментом. Приборы основанные на температурной зависимости электропроводности. Электропроводность в сильных электрических полях. Зависимость подвижности от электрического поля. Изменение концентрации равновесных носителей под действием электрического поля.

**Тема 5.** Акустоэлектрические явления. Взаимодействие упругих волн с электронами

проводимости. Упругие волны в пьезоэлектрических веществах. Электронное поглощение и усиление ультразвуковых волн. Акустоэлектрический эффект. Гальваномагнитные явления.

Эффект Холла в примесных и собственных полупроводниках. Холловская и дрейфовая подвижности. Изменение сопротивления вещества в магнитном поле.

**Тема 6.**Термоэлектрические явления. Явления Зеебека. Зависимость дифференциальной термо-ЭДС от температуры и степени легирования. Эффекты Пельтье и Томсона. Связь между термоэлектрическими коэффициентами.

**Тема 7.**Генерация и рекомбинация неравновесных носителей. Неравновесные носители и их отличие от равновесных. Уравнение непрерывности. Биполярная и монополярная световая генерация. Межзонная рекомбинация. Зависимость времени жизни от температуры, степени легирования и ширины запрещенной зоны. Межзонная ударная рекомбинация. Рекомбинация носителей через ловушки. Классификация ловушек. Зависимость времени жизни от степени легирования и температуры. Влияние центров прилипания на кинетику процессов.

**Тема 8.**Оптические свойства полупроводников. Законы сохранения. Собственное поглощение. Прямые и не прямые переходы. Поглощение излучения экситонами, примесями, свободными носителями и колебаниями атомов.

**Тема 9.**Фотоэлектрические явления. Фотопроводимость полупроводников. Кинетика фотопроводимости. Собственная и примесная фотопроводимости. Термостимулированная фотопроводимость.

**Тема 10.**Диффузия и дрейф неравновесных носителей. Диффузия и дрейф при монополярной проводимости и собственных полупроводниках. Эффекты Дембера и фотоэлектромагнитный.

**Тема 11.**Поверхностные явления в полупроводниках. Зависимость концентрации носителей от величины изгиба зон. Поверхностная проводимость. Эффект поля в полупроводниках.

**Тема 12.**Контактные явления в полупроводниках. Энергетические диаграммы контакта полупроводника с металлов во внешнем поле. Условия применимости диодной теории. Вольтамперная характеристика контакта полупроводника с металлом. Сравнение теории с экспериментом. Диффузионная теория выпрямления контакта полупроводника с металлом.

**Тема 13.**Электронно-дырочный переход. Распределение примесей, объемного заряда, свободных носителей, напряженности поля и потенциала на р-п переходе. Выпрямления на р-п переходе. **Тема 14.**Энергетические диаграммы р-п перехода в равновесном состоянии и под влиянием внешнего поля. Теория тонкого р-п перехода. Учет рекомбинации. Сравнение с экспериментом. Гетеропереходы. Влияние поверхностных уровней. Туннельные р-п переходы. МДП-структуры. Вентильная фото-ЭДС.

**Тема 15.**Поляризация диэлектриков и диэлектрические потери. Поляризация неполярных и полярных диэлектриков. Зависимость относительной диэлектрической проницаемости от температуры и частоты. Понятие о комплексной диэлектрической проницаемости. Дипольно-релаксационные и ионно-релаксационные потери в диэлектриках. Потери сквозной проводимости. Температурная и частотная зависимость  $\tan \delta$  для различных типов диэлектрических потерь.

#### Критерии формирования оценок (оценивания) устного опроса

Устный опрос является одним из основных способов учёта знаний обучающегося по дисциплине «Основы рентгеновской диагностики и терапии». Развёрнутый ответ студента должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять определения.

**В результате устного опроса знания, обучающегося оцениваются по следующей шкале:**

**1 балл**, ставится, если обучающийся:

- 1) полно излагает изученный материал, даёт правильное определение физических понятий;
- 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные;
- 3) излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

**0.7 балла**, ставится, если обучающийся даёт ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для балла «1», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1-2 недочёта в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

**0.5 балла**, ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но:

- 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий;
- 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;
- 3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

**0 баллов**, ставится, если обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего раздела изучаемого материала, допускает ошибки в формулировке.

Баллы могут ставиться не только за единовременный ответ, но и за рассредоточенный во времени, т.е. за сумму ответов, данных студентом на протяжении занятия

#### **5.1.2. Оценочные материалы для самостоятельной работы студента.**

**Перечень типовых лабораторных работ для самостоятельной работы сформирован в соответствии с тематикой практических занятий по дисциплине) ( контролируемые компетенции ПКС-2)**

1. Электропроводность полупроводников
2. Электровакуумные приборы.
3. Полупроводниковые диоды
4. Биполярные транзисторы
5. Полевые транзисторы
6. Источники постоянного тока
7. Электронные усилители
8. Операционные усилители
9. Низкочастотный генератор гармонических колебаний
10. Высокочастотный генератор гармонических колебаний
11. Мультивибраторы
12. Амплитудная модуляция
13. Логические элементы

#### **5.2. . Оценочные материалы для рубежного контроля.**

*Рубежный контроль* осуществляется по более или менее самостоятельным разделам – учебным модулям курса и проводится по окончании изучения материала модуля в заранее установленное время. Рубежный контроль проводится с целью определения качества усвоения материала учебного модуля в целом. В течение семестра проводится **три таких контрольных мероприятия по графику**.

В качестве форм рубежного контроля можно использовать тестирование (письменное или компьютерное), проведение коллоквиума или контрольных работ. Выполняемые работы должны храниться на кафедре течении учебного года и по требованию предоставляться в Управление контроля качества. На рубежные

контрольные мероприятия рекомендуется выносить весь программный материал (все разделы) по дисциплине.

**5.2.1. Оценочные материалы для коллоквиумов**  
**(контролируемые компетенции ПКС-2):**

**Коллоквиум № 1**

1. Введение. Историческая справка.
2. Роль физики полупроводников и диэлектриков в развитии современной электроники. Элементы зонной теории.
3. Волновая функция и энергетический спектр электронов в кристаллах в приближении в сильной связи
4. Возможное заполнение зон в некоторых классах веществ.
5. Эффективная масса.
6. Модели, иллюстрирующие отрицательную эффективную массу.
7. Мелкие и глубокие уровни и их влияние на свойства полупроводников.
8. Статистика равновесных носителей в полупроводниках.
9. Плотность состояний и функция распределения.
10. Случай изоэнергетической сферической поверхности.
11. Распределение Ферми-Дирака.
12. Уравнение электронейтральности.
13. Температурная зависимость положения уровня Ферми и концентрации носителей в собственных и примесных полупроводниках.
14. Рассеяние носителей на дефектах кристаллической решетки.
15. Эффективное сечение.
16. Оценка эффективного сечения рассеяния для различных дефектов.
17. Зависимость времени релаксации от энергии и температуры.
18. Электропроводность полупроводников в слабых электрических полях.
19. Температурная зависимость электропроводности.
20. Сравнение с экспериментом.
21. Приборы основанные на температурной зависимости электропроводности.
22. Электропроводность в сильных электрических полях.
23. Зависимость подвижности от электрического поля.
24. Изменение концентрации равновесных носителей под действием электрического поля.

**Коллоквиум № 2**

1. Акустоэлектрические явления.
2. Взаимодействие упругих волн с электронами проводимости.
3. Упругие волны в пьезоэлектрических веществах.
4. Электронное поглощение и усиление ультразвуковых волн.
5. Акустоэлектрический эффект.
6. Гальваномагнитные явления.
7. Эффект Холла в примесных и собственных полупроводниках.
8. Холловская и дрейфовая подвижности. Изменение сопротивления вещества в магнитном поле.
9. Термоэлектрические явления. Явления Зеебека.
10. Зависимость дифференциальной термо-ЭДС от температуры и степени легирования.
11. Эффекты Пельтье и Томсона. Связь между термоэлектрическими коэффициентами.
12. Генерация и рекомбинация неравновесных носителей.
13. Неравновесные носители и их отличие от равновесных. Уравнение

непрерывности.

14. Биполярная и монополярная световая генерация.
15. Межзонная рекомбинация.
16. Зависимость времени жизни от температуры, степени легирования и ширины запрещенной зоны.
17. Межзонная ударная рекомбинация. Рекомбинация носителей через ловушки. Классификация ловушек. Зависимость времени жизни от степени легирования и температуры.
18. Влияние центров прилипания на кинетику процессов.
19. Оптические свойства полупроводников. Законы сохранения.
20. Собственное поглощение. Прямые и не прямые переходы.
21. Поглощение излучения экситонами, примесями, свободными носителями и колебаниями атомов.

### Коллоквиум № 3

1. Фотоэлектрические явления.
2. Фотопроводимость полупроводников.
3. Кинетика фотопроводимости.
4. Собственная и примесная фотопроводимости.
5. Термостимулированная фотопроводимость.
6. Диффузия и дрейф неравновесных носителей.
7. Диффузия и дрейф при монополярной проводимости и собственных полупроводниках.
8. Эффекты Дембера и фотоэлектромагнитный.
9. Поверхностные явления в полупроводниках.
10. Зависимость концентрации носителей от величины изгиба зон.
11. Поверхностная проводимость. Эффект поля в полупроводниках.
12. Контактные явления в полупроводниках.
13. Энергетические диаграммы контакта полупроводника с металлом во внешнем поле.
14. Условия применимости диодной теории.
15. Вольтамперная характеристика контакта полупроводника с металлом. Сравнение теории с экспериментом.
16. Диффузионная теория выпрямления контакта полупроводника с металлом.
17. Электронно-дырочный переход.
18. Распределение примесей, объемного заряда, свободных носителей, напряженности поля и потенциала на р-п переходе.
19. Выпрямления на р-п переходе. Энергетические диаграммы р-п перехода в равновесном состоянии и под влиянием внешнего поля.
20. Теория тонкого р-п перехода. Учет рекомбинации.
21. Сравнение с экспериментом. Гетеропереходы.
22. Влияние поверхностных уровней. Туннельные р-п переходы.
23. МДП-структуры. Вентильная фото-ЭДС.
24. Поляризация диэлектриков и диэлектрические потери.
25. Поляризация неполярных и полярных диэлектриков.
26. Зависимость относительной диэлектрической проницаемости от температуры и частоты.
27. Понятие о комплексной диэлектрической проницаемости.
28. Дипольно-релаксационные и ионно-релаксационные потери в диэлектриках. Потери сквозной проводимости.
29. Температурная и частотная зависимость  $\tan \delta$  для различных типов диэлектрических потерь.

**Критерии формирования оценок по контрольным точкам (контрольные работы; коллоквиум)**

( 5 баллов) - ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов; обучающийся демонстрирует знание теоретического и практического материала по теме практической работы, решено 100% задач;

( 4 баллов) – ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов. Обучающийся демонстрирует знание теоретического и практического материала по теме практической работы, допуская незначительные неточности при решении задач, решено 70% задач;

( 3 балла) – ставится за работу, если бакалавр правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой. Обучающийся затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, дает неполный ответ, решено 55% задач

(менее 3 баллов) – ставится за работу, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы. Обучающийся дает неверную оценку ситуации, решено менее 50 % задач.

**5.2.2.Оценочные материалы: Типовые тестовые задания по дисциплине ФППиД контролируемые компетенции ПКС-2):**

**V1: Элементы зонной теории. Равновесные и неравновесные носители.**

V2: 1.1. Элементы зонной теории

I: 1 Тема 1-0-0

S: «Мелкие» уровни донорной и акцепторной примесей в Ge и Si создаются атомами элементов групп

–: I и II

–: II и IV

+: III и V

–: VI и VII

I: 2 Тема 1-0-0

S: Таммовские уровни энергии полупроводника сосредоточены

–: в объеме кристалла

–: на границе раздела полупроводник-металл

–: на границе раздела полупроводник-полупроводник

+: на границе раздела полупроводник-вакуум

I: 3 Тема 1-0-0

S: При образовании твердого тела дискретные энергетические уровни изолированных атомов расщепляются, образуя энергетические ###

+: зоны

I: 4 Тема 1-0-0

S: Нижняя из разрешенных энергетических зон полупроводника, которая свободна при температуре близкой к  $T=0$  К, называется зоной ###

+: проводимос#\$#

I: 5 Тема 1-0-0

**V2: 1.2. Статистика равновесных носителей заряда в полупроводниках**

I: 8 Тема 1-0-0

S: Распределение электронов по квантовым состояниям в разрешенных энергетических зонах описывается функцией ###

+: Ферми-Дирака

I: 28 Тема 1-0-0

S: Вероятность заполнения (десятичной цифрой) энергетического уровня полупроводника, совпадающего с уровнем Ферми, равна ###

+: 0,5

I: 29 Тема 1-0-0

S: Вероятность заполнения энергетических уровней полупроводника, находящихся ниже уровня Ферми, при  $T=0$ , равна ###

+: 1

I: 30 Тема 1-0-0

S: Вероятность заполнения (цифрой) энергетических уровней полупроводника, находящихся ниже уровня Ферми, при  $T=0$ , равна ###

+: 0

I: 31 Тема 1-0-0

S: Полупроводник, в котором отсутствуют примеси, называется ###

+: собствен##

I: 32 Тема 1-0-0

S: Полупроводник, в котором содержится одинаковое число доноров и акцепторов, называется ###

+: компенсирован##

## **V2: 2.1. Электропроводность полупроводников**

I: 88 Тема 2-0-0

S: Скорость, приобретаемая свободным носителем заряда в электрическом поле напряженностью 1 В/м, называется дрейфовой ###

+: подвижность##

I: 94 Тема 2-0-0

S: При увеличении температуры дрейфовая подвижность носителей заряда полупроводника, если основными центрами их рассеяния являются ионизированные примесные атомы и фононы

-: увеличивается

-: уменьшается

-: не изменяется

+: проходит через максимум

-: проходит через минимум

I: 117 Тема 2-0-0

S: В области истощения примесей удельное сопротивление полупроводника n-типа при увеличении температуры

-: увеличивается

-: уменьшается

-: не изменяется

+: определяется температурной зависимостью подвижности

I: 118 Тема 2-0-0

S: Параметры носителей заряда, определяющие удельную электропроводность полупроводника

+: заряд, подвижность и концентрация

-: заряд, масса и скорость

-: заряд, масса и подвижность

-: заряд, концентрация и масса

I: 121 Тема 2-0-0

S: Температурный коэффициент сопротивления невырожденного собственного полупроводника

+: отрицателен

-: положителен

-: равен нулю



-: при низких температурах отрицателен, а при высоких положителен

## **V2: 2.2. Рассеяние носителей зарядов. Термоэлектрические явления.**

I: 89 Тема 2-0-0

S: В примесных полупроводниках при относительно низких температурах наиболее эффективными центрами рассеяния свободных носителей заряда являются

-: тепловые колебания атомов

-: нейтральные примесные атомы

+: ионизированные примесные атомы

-: дислокации

I: 90 Тема 2-0-0

S: В примесных полупроводниках при относительно высоких температурах наиболее эффективными центрами рассеяния свободных носителей заряда являются

+: тепловые колебания атомов

-: нейтральные примесные атомы

-: ионизированные примесные атомы

-: дислокации

I: 139 Тема 2-0-0

S: Время релаксации носителей заряда при их рассеянии на нейтральных примесных атомах зависит

+: от концентрации атомов примеси

-: от температуры

-: от энергии носителей заряда

-: от концентрации носителей заряда

I: ТЗ № 237

S: Средняя длина свободного пробега электрона в полупроводнике  $l$ , если рассеяние происходит на фонах с  $l_1 = 100 \text{ мкм}$  и на ионизированных примесях с  $l_2 = 400 \text{ мкм}$

-: 500

-: 400

-: 100

+: 80

I: ТЗ № 243

S: Средняя длина свободного пробега электронов в полупроводнике (в см) при их столкновении с нейтральными примесными атомами концентрацией

$10^{17} \text{ см}^{-3}$  и сечением  $10^{-16} \text{ см}^2$

-: 100

-: 10

-: 1

+: 0,1

-: 0,01

## **V2: 2.3. Гальваномагнитные явления.**

I: 2 Тема 3-0-0

S: Явления, возникающие в полупроводниках при одновременном воздействии электрического и магнитного полей, называются ###

+: гальваномагнитн#\$#

I: 37 Тема 3-0-0

S: Изменение удельного сопротивления полупроводника в магнитном поле называется ###

+: магнитосопротивлением

+: магнитосопротивл#\$#

I: 38 Тема 3-0-0

S: Изменение удельного сопротивления полупроводника в магнитном поле обусловлено

-: изменением энергии носителя в магнитном поле

-: изменением количества рассеивающих центров

-: изменением типа рассеивающих центров

+: искривлением траектории носителей заряда в магнитном поле

I: 39 Тема 3-0-0

S: Относительное изменение удельного сопротивления собственного полупроводника в магнитном поле пропорционально подвижности носителей заряда в степени

-: 4

+: 2

-:  $1/2$

-:  $1/4$

I: 40 Тема 3-0-0

S: Относительное увеличение удельного сопротивления собственного полупроводника в магнитном поле, при увеличении напряженности этого поля в два раза, равно

+: 4

-: 2

-:  $1/2$

-:  $1/4$

**V1: Контакты и фотоэлектрические явления.**

**V2: 3.1. Контактные явления в полупроводниках.**

I: 1 Тема 5-0-0

S: Энергия, необходимая для перевода электрона с уровня Ферми на уровень свободного состояния в вакууме, называется термодинамической работой ###

+: выход#\$#

I: 2 Тема 5-0-0

S: Энергия, необходимая для перевода электрона со дна зоны проводимости на уровень свободного состояния, называется ### работой выхода

+: истин#\$#

I: 3 Тема 5-0-0

S: Внутренняя контактная разность потенциалов между двумя веществами определяется разностью

-: работы выхода электрона

+: энергии Ферми

-: энергии связи электрона в атомах

-: энергии взаимодействия атомов

I: 4 Тема 5-0-0

S: Внешняя контактная разность потенциалов между двумя веществами определяется разностью

-: энергии Ферми

-: энергии связи электрона в атомах

-: энергии взаимодействия атомов

+: работ выхода электрона

I: 5 Тема 5-0-0

S: Внешняя контактная разность потенциалов между Cu ( $\Phi=4,40$  эВ) и Ge ( $\Phi=4,76$  эВ) равна (в В)

+: 0,36

-: 4,40

-: 4,76

-: 9,16

I: 16 Тема 5-0-0

S: Глубина проникновения контактного поля в полупроводник на границе с металлом зависит от следующих параметров основных носителей полупроводника

+: концентрации

-: подвижности

-: эффективной массы

-: времени релаксации

### **V2: 3.2. Поглощение света люминесценция.**

I: 78 Тема 7-0-0

S: Отношение интенсивности отраженного света к интенсивности падающего, называется коэффициентом ###

+: отражен \$

I: 80 Тема 7-0-0

S: Зависимость коэффициента поглощения полупроводника от энергии кванта падающего света или длины волны, называется ### поглощения

+: спектр \$

I: 81 Тема 7-0-0

S: Поглощение кванта излучения полупроводником, обусловленное переходом электронов из валентной зоны в зону проводимости, называется ### или ###

+: собственным

+: фундаментальным

I: 85 Тема 7-0-0

S: Собственное поглощение имеет место, если энергия кванта излучения не меньше

-: тепловой энергии

+: ширины запрещенной зоны

-: энергии ионизации атомов

-: энергии Ферми

I: 101 Тема 7-0-0

S: Поглощение кванта излучения полупроводником, обусловленное переходом электронов из валентной зоны на локальные уровни или из локальных уровней в зону проводимости, называется

+: примесь \$

-:  $W_n = \chi - W_g - W_\phi$

### **V2: 3.3. Фотоэлектрические явления.**

I: 121 Тема 8-0-0

S: Изменение электрического сопротивления полупроводника под действием светового излучения называется ### эффектом

+: фоторезистив##

I: 122 Тема 8-0-0

S: Добавочная проводимость, обусловленная носителями заряда, созданными оптической генерацией, называется ###

+: фотопроводимость##

I: 123 Тема 8-0-0

S: Концентрация неравновесных носителей, возникшие в полупроводнике за счет светового возбуждения, зависит от

+: интенсивности света

+: коэффициента поглощения

-: равновесной концентрации носителей

-: подвижности носителей заряда

I: 124 Тема 8-0-0

S: Время жизни неравновесных носителей равно времени в течение которого их концентрация после прекращения освещения (слабый уровень освещения), убывает в ... раз

+: 2,71

-: 2

-: 3

-: 10

I: 125 Тема 8-0-0

S: Кинетика изменения концентрации неравновесных носителей, при слабом уровне освещения, подчиняется ### закону

-: линейному

-: квадратичному

-: степенному

+: экспоненциальному

(всего свыше 300 тестов)

#### ***Критерии формирования оценок по тестовым заданиям:***

(\_\_6\_\_ баллов) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы. Выполнено 100 % предложенных тестовых вопросов;

(\_\_5\_\_ баллов) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 80 –99 % от общего объема заданных тестовых вопросов;

(\_\_4\_\_ балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 60 –79% от общего объема заданных тестовых вопросов;

(\_\_3\_\_ балла) – получают обучающиеся правильным количеством ответов на тестовые вопросы – менее 40-59 % от общего объема заданных тестовых вопросов.

### ***5.3. Оценочные материалы для промежуточной аттестации.***

***Целью промежуточных аттестаций*** по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины. Осуществляется в конце семестра и представляет собой итоговую оценку знаний по дисциплине в виде проведения экзамена.

Промежуточная аттестация может проводиться в устной, письменной форме, и в форме тестирования. На промежуточную аттестацию отводится до 30 баллов.

#### ***5.3.1. Вопросы, выносимые на зачет***

##### ***(контролируемые компетенции ПКС-2):***

1. Введение. Историческая справка. Роль физики полупроводников и диэлектриков в развитии современной электроники. Элементы зонной теории. Волновая функция и энергетический спектр электронов в кристаллах в приближении в сильной связи. Возможное заполнение зон в некоторых классах веществ.
2. Эффективная масса. Модели, иллюстрирующие отрицательную эффективную массу. Мелкие и глубокие уровни и их влияние на свойства полупроводников.
3. Статистика равновесных носителей в полупроводниках. Плотность состояний и функция распределения. Случай изоэнергетической сферической поверхности.

- Распределение Ферми-Дирака. Уравнение электронейтральности. Температурная зависимость положения уровня Ферми и концентрации носителей в собственных и примесных полупроводниках.
4. Рассеяние носителей на дефектах кристаллической решетки. Эффективное сечение. Оценка эффективного сечения рассеяния для различных дефектов. Зависимость времени релаксации от энергии и температуры.
  5. Электропроводность полупроводников в слабых электрических полях. Температурная зависимость электропроводности. Сравнение с экспериментом. Приборы, основанные на температурной зависимости электропроводности. Электропроводность в сильных электрических полях. Зависимость подвижности от электрического поля. Изменение концентрации равновесных носителей под действием электрического поля.
  6. Акустоэлектрические явления. Взаимодействие упругих волн с электронами проводимости. Упругие волны в пьезоэлектрических веществах. Электронное поглощение и усиление ультразвуковых волн. Акустоэлектрический эффект. Гальваномагнитные явления.
  7. Эффект Холла в примесных и собственных полупроводниках. Холловская и дрейфовая подвижности. Изменение сопротивления вещества в магнитном поле.
  8. Термоэлектрические явления. Явления Зеебека. Зависимость дифференциальной термо-ЭДС от температуры и степени легирования. Эффекты Пельтье и Томсона. Связь между термоэлектрическими коэффициентами.
  9. Генерация и рекомбинация неравновесных носителей. Неравновесные носители и их отличие от равновесных. Уравнение непрерывности. Биполярная и монополярная световая генерация. Межзонная рекомбинация. Зависимость времени жизни от температуры, степени легирования и ширины запрещенной зоны. Межзонная ударная рекомбинация. Рекомбинация носителей через ловушки. Классификация ловушек. Зависимость времени жизни от степени легирования и температуры. Влияние центров прилипания на кинетику процессов.
  10. Оптические свойства полупроводников. Законы сохранения. Собственное поглощение. Прямые и не прямые переходы. Поглощение излучения экситонами, примесями, свободными носителями и колебаниями атомов.
  11. Фотоэлектрические явления. Фотопроводимость полупроводников. Кинетика фотопроводимости. Собственная и примесная фотопроводимости. Термостимулированная фотопроводимость.
  12. Диффузия и дрейф неравновесных носителей. Диффузия и дрейф при монополярной проводимости и собственных полупроводниках. Эффекты Дембера и фотоэлектромагнитный.
  13. Поверхностные явления в полупроводниках. Зависимость концентрации носителей от величины изгиба зон. Поверхностная проводимость. Эффект поля в полупроводниках.
  14. Контактные явления в полупроводниках. Энергетические диаграммы контакта полупроводника с металлом во внешнем поле. Условия применимости диодной теории. Вольтамперная характеристика контакта полупроводника с металлом. Сравнение теории с экспериментом. Диффузионная теория выпрямления контакта полупроводника с металлом.
  15. Электронно-дырочный переход. Распределение примесей, объемного заряда, свободных носителей, напряженности поля и потенциала на р-п переходе. Выпрямления на р-п переходе. Энергетические диаграммы р-п перехода в равновесном состоянии и под влиянием внешнего поля. Теория тонкого р-п

перехода. Учет рекомбинации. Сравнение с экспериментом. Гетеропереходы. Влияние поверхностных уровней. Туннельные р-п переходы. МДП-структуры. Вентильная фото-ЭДС.

16. Поляризация диэлектриков и диэлектрические потери. Поляризация неполярных и полярных диэлектриков. Зависимость относительной диэлектрической проницаемости от температуры и частоты. Понятие о комплексной диэлектрической проницаемости. Дипольно-релаксационные и ионно-релаксационные потери в диэлектриках. Потери сквозной проводимости. Температурная и частотная зависимость  $\operatorname{tg} \delta$  для различных типов диэлектрических потерь.

***Критерии формирования оценок по промежуточной аттестации:***

**«зачет»** (61 и более) – получают обучающиеся, которые свободно ориентируются в материале и отвечают без затруднений. Обучающийся способен к выполнению сложных заданий, постановке целей и выборе путей их реализации. Работа выполнена полностью без ошибок, решено 100% задач;

**«допуск к зачету»** (36 – 61 балл) – получают обучающиеся, которые относительно полно ориентируются в материале, отвечают без затруднений, допускают незначительное количество ошибок. Обучающийся способен к выполнению сложных заданий. Работа выполнена полностью, но имеются не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов. Допускаются незначительные неточности при решении задач, решено 70% задач;

**«недопуск к зачету»** (менее 36 баллов) – получают обучающиеся, у которых недостаточно высок уровень владения материалом. В процессе ответа на экзамене допускаются ошибки и затруднения при изложении материала. Обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой. Обучающийся затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, дает неполный ответ, решено 55% задач;

Обучающийся имеет лишь начальную степень ориентации в материале. В работе число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы. Обучающийся дает неверную оценку ситуации, решено менее 50% задач.

***Целью промежуточных аттестаций*** по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.

- **«Зачет»** выставляется студенту, если набрано 61 – 100 баллов – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. На зачете студент демонстрирует глубокие знания предусмотренного программой материала, умеет четко, лаконично и логически последовательно отвечать на поставленные вопросы;

- **«допуск к зачету»** выставляется, если набрано 36 – 60 баллов – теоретическое содержание курса освоено, необходимые практические навыки работы сформированы, выполненные учебные задания содержат незначительные ошибки. На экзамене студент демонстрирует твердые знания основного (программного) материала, умеет четко, грамотно, без существенных неточностей отвечать на поставленные вопросы.

- **«не допуск к зачету»** выставляется, если набрано менее 36 баллов – теоретическое содержание курса освоено не полностью, необходимые практические навыки работы сформированы частично, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки. На экзамене студент демонстрирует знание только основного

материала, ответы содержат неточности, слабо аргументированы, нарушена последовательность изложения материала;

теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий. На зачете студент демонстрирует незнание значительной части программного материала, существенные ошибки в ответах на вопросы, неумение ориентироваться в материале, незнание основных понятий дисциплины.

(баллы приведены с учетом посещаемости, в соответствии с действующим Положением о балльно-рейтинговой системе оценки успеваемости студентов КБГУ).

## **6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Максимальная сумма (100 баллов), набираемая студентом по дисциплине включает две составляющие:

– *первая составляющая* – оценка регулярности, своевременности и качества выполнения студентом учебной работы по изучению дисциплины в течение периода изучения дисциплины (семестра, или нескольких семестров) (сумма – не более 70 баллов). Баллы, характеризующие успеваемость студента по дисциплине, набираются им в течение всего периода обучения за изучение отдельных тем и выполнение отдельных видов работ.

– *вторая составляющая* – оценка знаний студента по результатам промежуточной аттестации (не более 30 –баллов).

Критерием оценки уровня сформированности компетенций в рамках учебной дисциплины.

Общий балл текущего и рубежного контроля складывается из следующих составляющих приложение 2.

**Целью промежуточных аттестаций** по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.

### **Критерии оценки качества освоения дисциплины (приложение)**

**Оценка «отлично» – от 91 до 100 баллов** – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. На экзамене студент демонстрирует глубокие знания предусмотренного программой материала, умеет четко, лаконично и логически последовательно отвечать на поставленные вопросы.

**Оценка «хорошо» – от 81 до 90 баллов** – теоретическое содержание курса освоено, необходимые практические навыки работы сформированы, выполненные учебные задания содержат незначительные ошибки. На экзамене студент демонстрирует твердое знания основного (программного) материала, умеет четко, грамотно, без существенных неточностей отвечать на поставленные вопросы.

**Оценка «удовлетворительно» – от 61 до 80 баллов** – теоретическое содержание курса освоено не полностью, необходимые практические навыки работы сформированы частично, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки. На экзамене студент демонстрирует знание только основного материала, ответы содержат неточности, слабо аргументированы, нарушена последовательность изложения материала

**Оценка «неудовлетворительно» – от 36 до 60 баллов** – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы,

выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий. На экзамене студент демонстрирует незнание значительной части программного материала, существенные ошибки в ответах на вопросы, неумение ориентироваться в материале, незнание основных понятий дисциплины.

Типовые задания, обеспечивающие формирование компетенций ПКС-2 представлены в таблице 7.

**Таблица 7. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке**

Результаты обучения (код компетенции)	Индикаторы достижений	Основные показатели оценки результатов обучения	Вид оценочного материала
<b>ПКС – 2</b> Способен проводить техническую верификацию и обслуживание приборов, аппаратов и методик измерения и диагностики конденсированных фаз и их поверхностных свойств, процессов прохождения частиц через вещество, а также управлять информационным и системами	<b>ПКС-2.2.</b> Способен проводить физико-техническое обеспечение современных методов исследования конденсированных фаз и поверхностей раздела между ними, проводить теоретические расчёты и моделирование, включая прохождение частиц через вещество	<b>Знать:</b> основы физики полупроводников: отличительные особенности полупроводниковых материалов, электропроводность полупроводников, статистику электронов в полупроводниках, кинетические и контактные явления в полупроводниках, основные законы взаимодействия фотонов с веществом, о приборах, работающих на основе взаимодействия фотонов с веществом, о методах исследования полупроводниковых материалов.	<i>Оценочные материалы для устного опроса</i> <i>Оценочные материалы для решения практических задач (5.1.2);</i> <i>Оценочные материалы для коллоквиумов №1 (1-24); №2 (1-29); №3</i> <i>Оценочные материалы по тестам (5.2.2);</i> <i>Оценочные материалы для опроса на зачете</i>
		<b>Уметь:</b> проводить элементарные расчеты по определению параметров полупроводников, использовать технику для	<i>Оценочные материалы для устного опроса</i> <i>Оценочные материалы для решения практических задач</i>



		построения характеристик контактов и извлекать из полученных данных необходимые параметры полупроводниковых материалов и приборов.	<i>Оценочные материалы для коллоквиумов №1 (1-24); №2 (1-29); №3</i> <i>Оценочные материалы по тестам (5.2.2);</i> <i>Оценочные материалы для опроса на зачете</i>
		<b>Владеть:</b> методами исследования полупроводниковых материалов, изучение их электропроводности, технологией построения контактов полупроводник-металл, полупроводник-диэлектрик и т.д., приемами обработки первичной экспериментальной информации, способами расчета характеристик и параметров.	<i>Оценочные материалы для устного опроса (5.1.1)</i> <i>Оценочные материалы для решения практических задач (5.1.2)</i> <i>Оценочные материалы для коллоквиумов №1 (1-24); №2 (1-29); №3 (1-29).</i> <i>Оценочные материалы по тестам (5.2.2);</i> <i>Оценочные материалы для опроса на зачете (5.3.1).</i>

Таким образом, выполнение типовых заданий, представленных в разделе 5 «Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации» позволит обеспечить способность критически оценивать предлагаемые варианты ПКС-2.

## 7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)

### 7.1. Нормативно-законодательные акты:

1.Гражданский кодекс РФ: [электронный ресурс] // Доступ из справочной системы «Гарант». <http://www.garantexpress.ru>

2.Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования ФГОС 03.03.02 Физика (3++)

[http://fgosvo.ru/fgosvo/downloads/146/?f=%2Fuploadfiles%2Ffgosvob%2F030302\\_Fisika.pdf](http://fgosvo.ru/fgosvo/downloads/146/?f=%2Fuploadfiles%2Ffgosvob%2F030302_Fisika.pdf)

### 7.2. Основная литература:

1. Вихров С.П. Физические процессы в барьерных структурах на основе

- неупорядоченных полупроводников [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Вихров С.П., Вишняков Н.В., Мишустин В.Г.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2019.— 75 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/79688.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Ланге П.К. Физика полупроводников и нанотехнологий : учебно-методическое пособие / Ланге П.К.. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017. — 88 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/91129.html>
  3. Лебедев А. И. Физика полупроводниковых приборов. -М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 488 с. [www/studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru).
  4. Зегря Г.Г., Перель В.И. Основы физики полупроводников: учебное пособие ФИЗМАТЛИТ, Москва, 2009 г. [www/studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru).
  5. Белонучкин В.Е., Заикин Д.А., Ципенюк Ю.М. Курс общей физики. Основы физики. Учеб. пособие: для вузов. В 2-х т. Т.2. Квантовая и статистическая физика. Термодинамика /Под ред. Ю.М. ципенюка.-2-е изд.,испр.-М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009.-608 с. [www/studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)

### **7.3. Дополнительная литература:**

1. Вихров С.П. Свойства и применение металлов и полупроводников [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Вихров С.П., Холомина Т.А.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2019.— 80 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/79791.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Калмыков Ш.А., Каров Б.Г. Физика полупроводников и диэлектриков (руководство к лабораторным работам). Нальчик: КБГУ. 2006.
3. Шалимова К.В. Физика полупроводников. Высшая школа. 1986.
4. Бонч-Бруевич В.Ш. Калашников С.Г. Физика полупроводников. 1977.
5. Орешкин П.Т. Физика полупроводников и диэлектриков. М: Высшая школа. 1977.
6. Шалимова К.В. Практикум по физике п/п и п/п-вых приборов. 1968.
7. Бонч-Бруевич В.Ш. и др. Сборник задач по физике полупроводников. 1986.
8. Смит Р. Полупроводники. 1980.
9. Мотт Н., Дэвис Э. Электронные процессы в некристаллических веществах. Мир. 1982.
10. Киреев П.С. Физика полупроводников. 1975.
11. Левинштейн М.Е., Симин Т.С. Знакомство с полупроводниками. Наука. 1987.

### **7.4. Периодические издания**

Журналы РАН: ЖТФ, ЖЭТФ, ПТЭ, Поверхность, ФПП, Успехи ФН и т.д.

### **7.5. Интернет-ресурсы:**

1. <http://elibrary.ru>
2. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
3. <http://www.mathnet.ru>
4. <http://www.iprbookshop.ru>
5. [www.ufn.ru](http://www.ufn.ru)
6. <http://lib.kbsu.ru>
7. <http://www.scopus.com>
8. <http://www.isiknowledge.com/>

**Общие информационные, справочные и поисковые:**

1. Справочная правовая система «Гарант». URL: <http://www.garant.ru>.
2. Справочная правовая система «КонсультантПлюс». URL: <http://www.consultant.ru>

**Электронные ресурсы:**

**Перечень актуальных электронных информационных баз данных,  
к которым обеспечен доступ пользователям КБГУ (2023-2024 уч.г.)**

№ п/п	Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика	Адрес сайта	Наименование организации-владельца; реквизиты договора	Условия доступа
1.	Научная электронная библиотека (НЭБ РФФИ)	Электр. библиотека научных публикаций - около 4000 иностранных и 3900 отечественных научных журналов, рефераты публикаций 20 тыс. журналов, а также описания 1,5 млн. зарубежных и российских диссертаций; 2800 росс. журналов на безвозмездной основе	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	ООО «НЭБ» Лицензионное соглашение №14830 от 01.08.2014г. Бессрочное	Полный доступ
2.	ЭБС «Консультант студента»	13800 изданий по всем областям знаний, включает более чем 12000 учебников и учебных пособий для ВО и СПО, 864 наименований журналов и 917 монографий.	<a href="http://www.studylib.ru">http://www.studylib.ru</a> <a href="http://www.medcollegelib.ru">http://www.medcollegelib.ru</a>	ООО «Консультант студента» (г. Москва) Договор №750КС/07-2022 От 26.09.2022 г. Активен до 30.09.2023г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
3.	«Электронная библиотека технического вуза» (ЭБС «Консультант студента»)	Коллекция «Медицина (ВО) ГЭОТАР-Медиа. Books in English (книги на английском языке)»	<a href="http://www.studylib.ru">http://www.studylib.ru</a>	ООО «Политехресурс» (г. Москва) Договор №849КС/03-2023 от 11.04.2023 г. Активен до 19.04.2024г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
4.	ЭБС «Лань»	Электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	<a href="https://elibrarybook.com/">https://elibrarybook.com/</a>	ООО «ЭБС ЛАНЬ» (г. Санкт-Петербург) Договор №41ЕП/223 от 14.02.2023 г. Активен до 15.02.2024г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
5.	Национальная электронная библиотека РГБ	Объединенный электронный каталог фондов российских библиотек, содержащий 4 331 542 электронных документов образовательного и научного характера по различным отраслям знаний	<a href="https://rsl.ru/">https://rsl.ru/</a>	ФГБУ «Российская государственная библиотека» Договор №101/НЭБ/1666-п от 10.09.2020г. Бессрочный	Доступ с электронного читального зала библиотек и КБГУ
6.	ЭБС	107831 публикаций, в т.ч.:	<a href="http://iprb.ru">http://iprb.ru</a>	ООО «Ай Пи Эр	Полный

	«IPSMART»	19071 – учебных изданий, 6746 – научных изданий, 700 коллекций, 343 журнала ВАК, 2085 аудиоизданий.	<a href="http://ookshop.ru/">ookshop.ru/</a>	Медиа» (г. Москва) <b>Договор №75/ЕП-223</b> от 23.03.2023 г. Активен до 02.04.2024г.	доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
7.	ЭБС «IPSMART» (ЭОР РКИ)	Тематическая коллекция «Русский язык как иностранный» Издательские коллекции: «Златоуст»; «Русский язык. Курсы»; «Русский язык» (Курсы УМК «Русский язык сегодня» - 6 книг)	<a href="http://iprb.ookshop.ru/">http://iprb.ookshop.ru/</a> <a href="http://www.ros-edu.ru/">http://www.ros-edu.ru/</a>	ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Москва) <b>Договор №142/ЕП-223</b> от 18.05.2023 г. срок предоставления лицензии: с 01.06.2023 по 01.06.2024	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
8.	ЭБС «Юрайт» для СПО	Электронные версии учебной и научной литературы издательств «Юрайт» для СПО и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	<a href="https://ura.it.ru/">https://ura.it.ru/</a>	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) <b>Договор №305/ЕП-223</b> От 27.10.2022 г. Активен до 31.10.2023	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
9.	ЭБС «Юрайт» для ВО	Электронные версии 8000 наименований учебной и научной литературы издательств «Юрайт» для ВО и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	<a href="https://ura.it.ru/">https://ura.it.ru/</a>	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) <b>Договор №44/ЕП-223</b> От 16.02.2023 г. Активен с 01.03.2023 г. по 29.02.2024 г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
10.	Polpred.com. Новости. Обзор СМИ. Россия и зарубежье	Обзор СМИ России и зарубежья. Полные тексты + аналитика из 600 изданий по 53 отраслям	<a href="http://polpred.com">http://polpred.com</a>	ООО «Полпред справочники» Безвозмездно (без официального договора)	Доступ по IP-адресам КБГУ
11.	Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина	Более 500 000 электронных документов по истории Отечества, российской государственности, русскому языку и праву	<a href="http://www.prilib.ru">http://www.prilib.ru</a>	ФГБУ «Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина» (г. Санкт-Петербург) <b>Соглашение от 15.11.2016г.</b> Бессрочный	Авторизованный доступ из библиотек и (ауд. №115, 214)

– Кроме того обучающиеся могут воспользоваться профессиональными поисковыми системами.

Во исполнение ФГОС ВО 3++ п.п. 4.3.2 «Организация должна быть обеспечена необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) и подлежит обновлению при необходимости.)» ниже приведен список программного обеспечения для включения в рабочие программы дисциплин:

### Зарубежное лицензионное ПО

№	Производитель	Наименование	Комментарии	лицензии
1.	MSAcademicEES	Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr A Faculty EES	нужно всему КБГУ	лицензия
2.	MSAcademicEES	Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr STUUseBnft Student EES	нужно всему КБГУ	лицензия
3.	MSAcademicEES	Core CALClient Access License ALNG LicSAPk MVL DvcCAL A Faculty EES	нужно всему КБГУ	лицензия
4.	MSAcademicEES	WINEDUperDVC ALNG UpgrdSAPk MVL A Faculty EES (Корпоративная подписка на продукты Windows операционная система и офис)	нужно всему КБГУ	лицензия
5.	SolidWorks	SOLIDWORKS EDU Edition 2020-2021 Network - 200 Users Sub Service Renewal - 1 Year	ИАСиД	лицензия
6.	StatSoft	Statistica Ultimate Academic for Windows 13 Russian/13 English на 500 пользователей Локальная версия (Named User) Годовая лицензия	ИАСиД, ИФиМ, ИИЭиР, КИТЭ	лицензия
7.	Mathlab/Simulink	ТАН-25	ИФиМ	лицензия
8.	Embarcadero	RAD Studio Architect <b>Concurrent</b> AcademicEdition 1 Year Term License	ИИЭиР (работа с базами данных)	лицензия
9.	AdobeCreativeCloud	Adobe Creative Cloud for Teams – All Apps. Лицензии Education Device license для образовательных организаций	КБГУ	лицензия
10.	Sketchup	SketchUp Pro 2020 - License for Education -- LAB for 1 year.	ИАСиД (3D моделирование)	лицензия
11.	PTC	Mathcad Education - University Edition Subscription (50 pack)	ИИЭиР и ИФиМ	лицензия
12.	Chaos Group	Vray educational license	ИАСиД	лицензия
13.	Chaos Software Ltd.	Corona Renderer Образовательная/студенческая лицензия	ИАСиД	лицензия
14.	SMART Technologies ULC	SMART Notebook	Педагогический колледж	лицензия
15.	Corel	CorelDRAW Graphics Suite	ИАСиД, ИФиМ, ИИЭиР, КИТЭ	лицензия
16.	ABBYY	ABBYY FineReader	КБГУ	лицензия
17.		Autodesk		лицензия
18.		3DMax		лицензия

### Зарубежное ПО (свободно распространяемое)

№	Производитель	Наименование	Комментарии	лицензии
1.		Web Browser - Firefox	КБГУ	Бесплатно
2.		AtomEditor	КИТиЭ	Бесплатно
3.		Python	Язык программирования	Бесплатно
4.	IBM	Eclipse	свободная интегрированная среда разработки модульных кроссплатформенных приложений	Бесплатно
	Фирма Sun Microsystems	Apache OpenOffice	Аналог Microsoft Office	Бесплатно

### Российское лицензионного ПО

№	Производитель	Наименование	Комментарии	лицензии
1.	Kaspersky	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal License	нужно всему КБГУ	лицензия
2.	DrWeb	Dr.Web Desktop Security Suite Комплексная защита + Центр управления на 12 мес., 200 ПК, продление	нужно всему КБГУ	лицензия
3.	Аскон	Учебный Комплект Компас-3D. Проектирование и конструирование в машиностроении, лицензия.	ИАСиД	лицензия
4.		Антиплагиат ВУЗ	УНИИД (нужно всему КБГУ)	лицензия
5.	ГРАНД-Смета	Право на использование с лицензией на одно рабочее место: ПК ГРАНД-Смета 2021 флеш-версия	ИАСиД	лицензия
6.	ГРАНД-Смета	Регион: Республика Кабардино-Балкарская ТЕР-2001 в ред. 2009г. Республика Кабардино-Балкарская (nb104070 / 07.09.11г.) Основное место	ИАСиД	лицензия
7.	ГРАНД-Смета	Регион: Республика Кабардино-Балкарская ТЕР-2001 в ред. 2009г. Республика Кабардино-Балкарская (nb104070 / 07.09.11г.) Дополнительное место	ИАСиД	лицензия
8.		Права на программное обеспечение Project Expert 7 Tutorial 16 учебных мест	ИПЭиФ	лицензия

### Российское ПО (свободно распространяемое)

№	Производитель	Наименование	Комментарии	Сроки лицензий
---	---------------	--------------	-------------	----------------

№	Производитель	Наименование	Комментарии	Сроки лицензии
1.	StarForce Technologies, Россия, Москва	Foxit PDF Reader	для просмотра электронных документов в стандарте PDF	Бесплатно
2.	Россия	7zip	архиватор	Бесплатно

Примечание:

- 1) Можно дополнительно включать необходимое, свободно распространяемое, ПО не указанное в списке;
- 2) Можно написать ПО, которое уже установлено и не требует продления лицензии (постоянное);
- 3) В комментариях указано для каких подразделений предназначено ПО (согласно заявкам на приобретение). Но при этом, если есть необходимость их тоже можно указать в своих РПД.
- 4) Указанные в списке лицензии продлеваются ежегодно.

#### **7.6. Методические указания по проведению различных учебных занятий, к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы.**

Учебная работа по дисциплине состоит из контактной работы (лекции, лабораторные занятия) и самостоятельной работы. Доля контактной учебной работы в общем объеме времени, отведенном для изучения дисциплины, составляет 51 % (в том числе лекционных занятий – 30,6%, практических занятий – 20,4%), доля самостоятельной работы – 49 %. Соотношение лекционных, лабораторных и самостоятельных занятий к общему количеству часов соответствует учебному плану Направления 03.03.02 Физика (профиль – ФКСВ)

Для подготовки к лабораторным занятиям необходимо рассмотреть контрольные вопросы, при необходимости обратиться к рекомендуемой литературе, записать непонятные моменты в вопросах для уяснения их на предстоящем занятии.

#### **Методические рекомендации по изучению дисциплины для обучающегося:**

Приступая к изучению дисциплины, обучающемуся необходимо ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной учебной литературы. Следует уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий, занести в свою рабочую тетрадь темы и сроки проведения семинаров, написания учебных и творческих работ. При изучении дисциплины обучающиеся выполняют следующие задания: изучают рекомендованную учебную и научную литературу; пишут контрольные работы, готовят доклады и сообщения к практическим занятиям; выполняют самостоятельные творческие работы, участвуют в выполнении практических заданий. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях, изучения рекомендованной литературы, выполнения контрольных письменных заданий

Курс изучается на лекциях, практических (семинарских) занятиях, при самостоятельной и индивидуальной работе обучающихся. Обучающийся для полного освоения материала должен не пропускать занятия и активно участвовать в учебном процессе. Для максимальной эффективности изучения необходимо постоянно вести конспект лекций, знать рекомендуемую преподавателем литературу, позволяющую дополнить знания и лучше подготовиться к лабораторным занятиям.

В соответствии с учебным планом на каждую тему выделено необходимое количество часов практических занятий, которые проводятся в соответствии с вопросами, рекомендованными к изучению по определенным темам. Обучающиеся



должны регулярно готовиться к практическим занятиям и участвовать в обсуждении вопросов. При подготовке к занятиям следует руководствоваться конспектом лекций и рекомендованной литературой. Тематический план дисциплины, учебно-методические материалы, а также список рекомендованной литературы приведены в рабочей программе

### ***Методические рекомендации при работе над конспектом во время проведения лекции***

В процессе лекционных занятий целесообразно конспектировать учебный материал. Для этого используются общие и утвердившиеся в практике правила, и приемы конспектирования лекций:

Конспектирование лекций ведется в специально отведенной для этого тетради, каждый лист которой должен иметь поля, на которых делаются пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Целесообразно записывать тему и план лекций, рекомендуемую литературу к теме. Записи разделов лекции должны иметь заголовки, подзаголовки, красные строки. Для выделения разделов, выводов, определений, основных идей можно использовать цветные карандаши и фломастеры.

Названные в лекции ссылки на первоисточники надо пометить на полях, чтобы при самостоятельной работе найти и вписать их. В конспекте дословно записываются определения понятий, категорий и законов. Остальное должно быть записано своими словами.

Каждому студенту необходимо выработать и использовать допустимые сокращения наиболее распространенных терминов и понятий.

### ***Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям***

Практические (семинарские) занятия – составная часть учебного процесса, групповая форма занятий при активном участии студентов. Практические занятия способствуют углубленному изучению наиболее сложных проблем науки и служат основной формой подведения итогов самостоятельной работы обучающихся. Целью практических занятий является углубление и закрепление теоретических знаний, полученных обучающимися на лекциях и в процессе самостоятельного изучения учебного материала, а, следовательно, формирование у них определенных умений и навыков.

В ходе подготовки к семинарскому занятию необходимо прочитать конспект лекции, изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, выполнить выданные преподавателем практические задания. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы.

Желательно при подготовке к практическим занятиям по дисциплине одновременно использовать несколько источников, раскрывающих заданные вопросы.

На практических занятиях обучающиеся учатся грамотно излагать проблемы, свободно высказывать свои мысли и суждения, рассматривают ситуации, способствующие развитию профессиональной компетентности. Следует иметь в виду, что подготовка к практическому занятию зависит от формы, места проведения семинара, конкретных заданий и поручений. Это может быть написание доклада, эссе, реферата (с последующим их обсуждением), коллоквиум.

### ***Методические рекомендации по организации самостоятельной работы***

Самостоятельная работа обучающихся - способ активного, целенаправленного приобретения студентом новых для него знаний и умений без непосредственного



участия в этом процесса преподавателей. Повышение роли самостоятельной работы обучающихся при проведении различных видов учебных занятий предполагает:

оптимизацию методов обучения, внедрение в учебный процесс новых технологий обучения, повышающих производительность труда преподавателя, активное использование информационных технологий, позволяющих обучающемуся в удобное для него время осваивать учебный материал;

- широкое внедрение компьютеризированного тестирования;
- совершенствование методики проведения практик и научно-исследовательской работы обучающихся, поскольку именно эти виды учебной работы в первую очередь готовят обучающихся к самостоятельному выполнению профессиональных задач;
- модернизацию системы курсового и дипломного проектирования, которая должна повышать роль студента в подборе материала, поиске путей решения задач.

Самостоятельная работа приводит студента к получению нового знания, упорядочению и углублению имеющихся знаний, формированию у него профессиональных навыков и умений. Самостоятельная работа выполняет ряд функций:

- развивающую;
- информационно-обучающую;
- ориентирующую и стимулирующую;
- воспитывающую;
- исследовательскую.

В рамках курса выполняются следующие виды самостоятельной работы:

1. Проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе);
2. Выполнение разноуровневых задач и заданий;
3. Работа с тестами и вопросами для самопроверки;
4. Выполнение итоговой контрольной работы.

Студентам рекомендуется с самого начала освоения курса работать с литературой и предлагаемыми заданиями в форме подготовки к очередному аудиторному занятию. При этом актуализируются имеющиеся знания, а также создается база для усвоения нового материала, возникают вопросы, ответы на которые студент получает в аудитории.

Необходимо отметить, что некоторые задания для самостоятельной работы по курсу имеют определенную специфику. При освоении курса студент может пользоваться библиотекой вуза, которая в полной мере обеспечена соответствующей литературой. Значительную помощь в подготовке к очередному занятию может оказать имеющийся в учебно-методическом комплексе краткий конспект лекций. Он же может использоваться и для закрепления полученного в аудитории материала. Самостоятельная работа студентов предусмотрена учебным планом и выполняется в обязательном порядке. Задания предложены по каждой изучаемой теме и могут готовиться индивидуально или в группе. По необходимости студент может обращаться за консультацией к преподавателю. Выполнение заданий контролируется и оценивается преподавателем.

Для успешного самостоятельного изучения материала сегодня используются различные средства обучения, среди которых особое место занимают информационные технологии разного уровня и направленности: электронные учебники и курсы лекций, базы тестовых заданий и задач. Электронный учебник представляет собой программное средство, позволяющее представить для изучения теоретический материал, организовать апробирование, тренаж и самостоятельную творческую работу, помогающее студентам и преподавателю оценить уровень знаний в определенной тематике, а также содержащее необходимую справочную информацию. Электронный учебник может интегрировать в себе возможности различных педагогических программных средств: обучающих программ,

справочников, учебных баз данных, тренажеров, контролирующих программ.

Для успешной организации самостоятельной работы все активнее применяются разнообразные образовательные ресурсы в сети Интернет: системы тестирования по различным областям, виртуальные лекции, лаборатории, при этом пользователю достаточно иметь компьютер и подключение к Интернету для того, чтобы связаться с преподавателем, решать вычислительные задачи и получать знания. Использование сетей усиливает роль самостоятельной работы студента и позволяет кардинальным образом изменить методику преподавания.

Студент может получать все задания и методические указания через сервер, что дает ему возможность привести в соответствие личные возможности с необходимыми для выполнения работ трудовыми затратами. Студент имеет возможность выполнять работу дома или в аудитории. Большое воспитательное и образовательное значение в самостоятельном учебном труде студента имеет самоконтроль. Самоконтроль возбуждает и поддерживает внимание и интерес, повышает активность памяти и мышления, позволяет студенту своевременно обнаружить и устранить допущенные ошибки и недостатки, объективно определить уровень своих знаний, практических умений. Самое доступное и простое средство самоконтроля с применением информационно-коммуникационных технологий - это ряд тестов «on-line», которые позволяют в режиме реального времени определить свой уровень владения предметным материалом, выявить свои ошибки и получить рекомендации по самосовершенствованию.

### ***Методические рекомендации по работе с литературой***

Всю литературу можно разделить на учебники и учебные пособия, оригинальные научные монографические источники, научные публикации в периодической печати. Из них можно выделить литературу основную (рекомендуемую), дополнительную и литературу для углубленного изучения дисциплины.

Изучение дисциплины следует начинать с учебника, поскольку учебник – это книга, в которой изложены основы научных знаний по определенному предмету в соответствии с целями и задачами обучения, установленными программой.

При работе с литературой необходимо учитывать, что имеются различные виды чтения, и каждый из них используется на определенных этапах освоения материала.

*Предварительное* чтение направлено на выявление в тексте незнакомых терминов и поиск их значения в справочной литературе. В частности, при чтении указанной литературы необходимо подробнейшим образом анализировать понятия.

*Сквозное* чтение предполагает прочтение материала от начала до конца. Сквозное чтение литературы из приведенного списка дает возможность студенту сформировать свод основных понятий из изучаемой области и свободно владеть ими.

*Выборочное* – наоборот, имеет целью поиск и отбор материала. В рамках данного курса выборочное чтение, как способ освоения содержания курса, должно использоваться при подготовке к практическим занятиям по соответствующим разделам.

*Аналитическое* чтение – это критический разбор текста с последующим его конспектированием. Освоение указанных понятий будет наиболее эффективным в том случае, если при чтении текстов студент будет задавать к этим текстам вопросы. Часть из этих вопросов сформулирована в ФОС в перечне вопросов для собеседования. Перечень этих вопросов ограничен, поэтому важно не только содержание вопросов, но сам принцип освоения литературы с помощью вопросов к текстам.

Целью *изучающего* чтения является глубокое и всестороннее понимание учебной информации. Есть несколько приемов изучающего чтения:

1. Чтение по алгоритму предполагает разбиение информации на блоки: название; автор; источник; основная идея текста; фактический материал; анализ текста путем сопоставления имеющихся точек зрения по рассматриваемым вопросам; новизна.
2. Прием постановки вопросов к тексту имеет следующий алгоритм:
  - медленно прочитать текст, стараясь понять смысл изложенного;
  - выделить ключевые слова в тексте;
  - постараться понять основные идеи, подтекст и общий замысел автора.
3. Прием тезирования заключается в формулировании тезисов в виде положений, утверждений, выводов.

К этому можно добавить и иные приемы: прием реферирования, прием комментирования.

Важной составляющей любого солидного научного издания является список литературы, на которую ссылается автор. При возникновении интереса к какой-то обсуждаемой в тексте проблеме всегда есть возможность обратиться к списку относящейся к ней литературы. В этом случае вся проблема как бы разбивается на составляющие части, каждая из которых может изучаться отдельно от других. При этом важно не терять из вида общий контекст и не погружаться чрезмерно в детали, потому что таким образом можно не увидеть главного.

Подготовка к экзамену должна проводиться на основе лекционного материала, материала практических занятий с обязательным обращением к основным учебникам по курсу. Это позволит исключить ошибки в понимании материала, облегчит его осмысление, прокомментирует материал многочисленными примерами.

### ***Методические рекомендации по написанию рефератов***

Реферат представляет собой сокращенный пересказ содержания первичного документа (или его части) с основными фактическими сведениями и выводами. Написание реферата используется в учебном процессе вуза в целях приобретения студентом необходимой профессиональной подготовки, развития умения и навыков самостоятельного научного поиска: изучения литературы по выбранной теме, анализа различных источников и точек зрения, обобщения материала, выделения главного, формулирования выводов и т. п. С помощью рефератов студент глубже постигает наиболее сложные проблемы курса, учится лаконично излагать свои мысли, правильно оформлять работу, докладывать результаты своего труда. Процесс написания реферата включает: выбор темы; подбор нормативных актов, специальной литературы и иных источников, их изучение; составление плана; написание текста работы и ее оформление; устное изложение реферата.

Рефераты пишутся по наиболее актуальным темам. В них на основе тщательного анализа и обобщения научного материала сопоставляются различные взгляды авторов и определяется собственная позиция студента с изложением соответствующих аргументов. Темы рефератов должны охватывать и дискуссионные вопросы курса. Они призваны отражать передовые научные идеи, обобщать тенденции практической деятельности, учитывая при этом изменения в текущем законодательстве. Рекомендованная ниже тематика рефератов примерная. Студент при желании может сам предложить ту или иную тему, предварительно согласовав ее с научным руководителем.

Реферат, как правило, состоит из введения, в котором кратко обосновывается актуальность, научная и практическая значимость избранной темы, основного материала, содержащего суть проблемы и пути ее решения, и заключения, где формируются выводы, оценки, предложения. Общий объем реферата 20 листов.

Технические требования к оформлению реферата следующие. Реферат оформляется на листах формата А4, с обязательной нумерацией страниц, причем номер страницы на первом, титульном, листе не ставится. Поля: верхнее, нижнее, правое, левое – 20 мм. Абзацный отступ – 1,25; Рисунки должны создаваться в циклических редакторах

или как рисунок Microsoft Word (сгруппированный). Таблицы выполнять табличными ячейками Microsoft Word. Сканирование рисунков и таблиц не допускается. Выравнивание текста (по ширине страницы) необходимо выполнять только стандартными способами, а не с помощью пробелов. Размер текста в рисунках и таблицах – 12 кегль. На титульном листе реферата нужно указать: название учебного заведения, факультета, номер группы и фамилию, имя и отчество автора, тему, место и год его написания. Рекомендуемый объем работы складывается из следующих составляющих: титульный лист (1 страница), содержание (1 страница), введение (1 – 2 страницы), основная часть, которую можно разделить на главы или разделы (10 – 15 страниц), заключение (1 – 3 страницы), список литературы (1 страница), приложение (не обязательно). Если реферат содержит таблицу, то ее номер и название располагаются сверху таблицы, если рисунок, то внизу рисунка.

Содержательные части реферата – это введение, основная часть и заключение. Введение должно содержать рассуждение по поводу того, что рассматриваемая тема актуальна (то есть современна и к ней есть большой интерес в настоящее время), а также постановку цели исследования, которая непосредственно связана с названием работы. Также во введении могут быть поставлены задачи (но не обязательно, так как работа невелика по объему), которые детализируют цель. В заключении пишутся конкретные, содержательные выводы.

Содержание реферата студент докладывает на семинаре, кружке, научной конференции. Предварительно подготовив тезисы доклада, студент в течение 7 – 10 минут должен кратко изложить основные положения своей работы. После доклада автор отвечает на вопросы, затем выступают оппоненты, которые заранее познакомились с текстом реферата, и отмечают его сильные и слабые стороны. На основе обсуждения обучающемуся выставляется соответствующая оценка.

### ***Методические рекомендации по подготовке сообщений***

Подготовка материала для сообщения (доклада) аналогична поиску материалов для реферата и эссе. По объему текст, который рекомендуется использовать для сообщения, близок к объему текста эссе: для устного сообщения – не более трех страниц печатного текста. Если сообщение делается в письменном виде – объем его должен быть 3 – 5 страниц.

Устное сообщение может сопровождаться презентацией. Рекомендуемое количество слайдов – около 10. Текст слайда должен дополнять информацию, которая произносится докладчиком во время выступления. Полностью повторять на слайде текст выступления не целесообразно. Приоритет при написании слайдов отдается таблицам, схемам, рисункам, кратким заключениям и выводам.

В сообщении должна быть раскрыта заявленная тема. Приветствуется внимание аудитории к докладу, содержательные вопросы аудитории и достойные ответы на них поощряются более высокой оценкой выступающему.

Время выступления – 10 – 15 минут.

Литература и другие источники могут быть найдены обучающимся самостоятельно или рекомендованы преподавателем (если возникнут сложности с поиском материала по теме); при предложении конкретной темы сообщения преподаватель должен ориентироваться в проблеме и уметь направить студента.

### ***Методические рекомендации для подготовки к зачету:***

Зачет является формой итогового контроля знаний и умений обучающихся по данной дисциплине, полученных на лекциях, практических занятиях и в процессе самостоятельной работы. Основой для определения оценки служит уровень усвоения обучающимися материала, предусмотренного данной рабочей программой. К зачету допускаются студенты, набравшие 36 и более баллов по итогам текущего и промежуточного контроля. На зачете студент может набрать от 15 до 30 баллов.

В период подготовки к зачету обучающиеся вновь обращаются к учебно-методическому материалу и закрепляют промежуточные знания.

Подготовка обучающегося к зачету включает три этапа:

- самостоятельная работа в течение семестра;
- непосредственная подготовка в дни, предшествующие зачету по темам курса;
- подготовка к ответу на вопросы к зачету.

При подготовке к зачету обучающимся целесообразно использовать материалы лекций, учебно-методические комплексы, нормативные документы, основную и дополнительную литературу.

На зачет выносится материал в объеме, предусмотренном рабочей программой учебной дисциплины за семестр. Зачет проводится в письменной / устной форме.

При проведении зачета в письменной (устной) форме, ведущий преподаватель составляет билеты, которые включают в себя: тестовые задания; теоретические задания; задачи или ситуации. Формулировка теоретических задания совпадает с формулировкой перечня вопросов для зачета, доведенных до сведения обучающихся накануне зачетно-экзаменационной сессии. Содержание вопросов одного билета относится к различным разделам программы с тем, чтобы более полно охватить материал учебной дисциплины.

В аудитории, где проводится устный зачет, должно одновременно находиться не более шести студентов на одного преподавателя, принимающего зачет. На подготовку ответа на билет на дифференцированном зачете отводится 40 минут.

При проведении письменного дифференцированного зачета на работу отводится 60 минут. Результаты дифференцированного зачета выражаются оценками:

**Оценка «отлично» – от 91 до 100 баллов** – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. На дифзачете студент демонстрирует глубокие знания предусмотренного программой материала, умеет четко, лаконично и логически последовательно отвечать на поставленные вопросы.

**Оценка «хорошо» – от 81 до 90 баллов** – теоретическое содержание курса освоено, необходимые практические навыки работы сформированы, выполненные учебные задания содержат незначительные ошибки. На зачете студент демонстрирует твердые знания основного (программного) материала, умеет четко, грамотно, без существенных неточностей отвечать на поставленные вопросы.

**Оценка «удовлетворительно» – от 61 до 80 баллов** – теоретическое содержание курса освоено не полностью, необходимые практические навыки работы сформированы частично, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки. На экзамене студент демонстрирует знание только основного материала, ответы содержат неточности, слабо аргументированы, нарушена последовательность изложения материала.

**Оценка «неудовлетворительно» – от 36 до 60 баллов** – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий. На зачете студент демонстрирует незнание значительной части программного материала, существенные ошибки в ответах на вопросы, неумение ориентироваться в материале, незнание основных понятий дисциплины.

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

### **8.1. Требования к материально-техническому обеспечению**

Для реализации рабочей программы дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия.

При проведении занятий лекционного/ семинарского типа занятий используются:

**лицензионное программное обеспечение:**

- Продукты Microsoft (Desktop Education ALNG LicSaPk OLVS Academic Edition Enterprise) подписка (Open Value Subscription);

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security Стандартный Russian Edition;

**свободно распространяемые программы:**

- Academic MarthCAD License - математическое программное обеспечение, которое позволяет выполнять, анализировать важнейшие инженерные расчеты и обмениваться ими;
- WinZip для Windows - программ для сжатия и распаковки файлов;
- Adobe Reader для Windows – программа для чтения PDF файлов;
- Far Manager - консольный файловый менеджер для операционных систем семейства Microsoft Windows.

При осуществлении образовательного процесса студентами и преподавателем используются следующие информационно справочные системы: ЭБС «АйПиЭрбукс», ЭБС «Консультант студента», СПС «Консультант плюс», СПС «Гарант».

## *8.2 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья*

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования (ауд. 145 ГК). В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

1. Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;

2. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые)

- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ невидимого доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями зрения;

- задания для выполнения на экзамене зачитываются ассистентом;

- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту обучающимся;

3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие):

- на зачете/экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- зачет/экзамен проводится в письменной форме;

4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекты питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента экзамен проводится в устной форме.

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

**ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ (ДОПОЛНЕНИЙ)**

в рабочую программу по дисциплине «Физика полупроводников и диэлектриков»  
по направлению подготовки 03.03.02 *Физика* (профиль - ФКСВ) 2023-2024  
учебный год

<b>№п/п</b>	<b>Элемент (пункт) РПД</b>	<b>Перечень вносимых изменений (дополнений)</b>	<b>Примечание</b>

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры Теоретической и  
экспериментальной физики, протокол № \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой ТиЭФ, проф.

Хоконов М.Х.



## Приложение № 2

### Распределение баллов текущего и рубежного контроля

№ п/п	Вид контроля	Сумма баллов			
		Общая сумма	1-я точка	2-я точка	3-я точка
	<b>Посещение занятий</b>	<b>до 10 баллов</b>	<b>до 3 б.</b>	<b>до 3б.</b>	<b>до 4б.</b>
	<b>Текущий контроль:</b>	<b>до 30 баллов</b>	<b>до 10 б.</b>	<b>до 10 б.</b>	<b>до 10 б.</b>
	<b>Ответ на 5 вопросов</b>	<b>от 0 до 15 б.</b>	<b>от 0 до 5 б.</b>	<b>от 0 до 5 б.</b>	<b>от 0 до 5 б.</b>
	Полный правильный ответ	до 15 баллов	5 б.	5 б.	5 б.
	Неполный правильный ответ	от 3 до 15 б.	от 1 до 5 б.	от 1 до 5 б.	от 1 до 5 б.
	Ответ, содержащий неточности, ошибки	0 б.	0 б.	0 б.	0 б.
	<b>Выполнение самостоятельных заданий (решение задач, написание рефератов, доклад )</b>	<b>от 0 до 15 б.</b>	<b>от 0 до 5 б.</b>	<b>от 0 до 5 б.</b>	<b>от 0 до 5 б.</b>
	<b>Рубежный контроль</b>	<b>до 30 баллов</b>	<b>до 10 б.</b>	<b>до 10 б.</b>	<b>до 10 б.</b>
	тестирование	от 0- до 12б.	от 0- до 4б.	от 0- до 4б.	от 0- до 4б.
	коллоквиум	от 0 до 18б.	от 0 до 6 б.	от 0 до 6 б.	от 0 до 6 б.
	<b>Итого сумма текущего и рубежного контроля</b>	<b>до 70 баллов</b>	<b>до 23б.</b>	<b>до 23б.</b>	<b>до 24б.</b>
	<b>Первый этап (базовый)уровень) – оценка «удовлетворительно»</b>	не менее 36 б.	не менее 12 б.	не менее 12 б.	не менее 12 б.
	<b>Второй этап (продвинутый)уровень) – оценка «хорошо»</b>	менее 70 б. (51-69 б.)	менее 23 б.	менее 23 б.	менее 24б.
	<b>Третий этап (высокий уровень) - оценка «отлично»</b>	не менее 70 б.	не менее 23 б.	не менее 23 б.	не менее 24б.

### Критерии оценки качества освоения дисциплины

Баллы (рейтинговой оценки)	Результат освоения	Требования уровню сформированности компетенций
62-70	Зачтено (без процедуры сдачи зачета)	Обучающийся освоил знания, умения и навыки входящие в состав компетенции: ПК-2: способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта; ОПК-1: готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования.
36-61	Зачтено (с процедурой сдачи зачета)	Обучающийся проявляет компетенции ОПК-1, ПК-2, но не в полном объеме входящих в их состав действий. Обучающийся может допустить некоторые неточности, негрубые ошибки, затрудняться в изложении материала, но правильно отвечать на задаваемые ему вопросы.
менее 36 балла	не зачтено	Компетенции не сформированы

**«Зачтено»** выставляется обучающемуся, продемонстрировавшему полное, всестороннее, осознанное правильное знание программного материала и изложившему ответ логично, грамотно, убедительно, готового к дальнейшему профессиональному совершенствованию.

При ответе обучающийся может допустить некоторые неточности, негрубые ошибки, затрудняться в самостоятельном изложении материала, но правильно отвечать на задаваемые ему вопросы, в результате наводящих вопросов с помощью преподавателя исправлять допущенные ошибки и неточности.

**«Не зачтено»** может быть выставлено обучающемуся, обнаружившему неполное, неосознанное знание учебно-программного материала, допускающему грубые ошибки, неспособному самостоятельно изложить ответ на вопрос, отвечающему неправильно или не дающему ответ на заданные вопросы. Демонстрируемый уровень знаний не может быть признан достаточным для профессиональной деятельности.