

КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

**АКТУАЛИЗИРОВАНО**  
решением ученого совета ИЭЭ  
протокол № 7 от 24.03.2026

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института Электроэнергетики и  
электроники

Ившин И.В.

« 28 » октября 2020 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Методы и средства контроля параметров материалов электроники и наноэлектроники

Направление подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника

Направленность (профиль) Промышленная электроника и микропроцессорная техника

Квалификация

магистр

г. Казань, 2020

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника (уровень магистратуры) (приказ Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 959)

Программу разработал(и):

профессор, д.ф.м.н. \_\_\_\_\_ Уланов В. А.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Промышленная электроника и светотехника, протокол №5 от 27.10.2020

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Голенищев-Кутузов А.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании выпускающей кафедры Промышленная электроника и светотехника, протокол № 5 \_\_\_\_\_ от 27.10.2020 \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Голенищев-Кутузов А.В.

Программа одобрена на заседании методического совета института Электроэнергетики и электроники, протокол № 3 от 28.10.2020

Зам. директора института Электроэнергетики и электроники \_\_\_\_\_  
/ Ахметова Р.В. /

Программа принята решением Ученого совета института Электроэнергетики и электроники  
протокол № 4 \_\_\_\_\_ от 28.10.2020 \_\_\_\_\_

Согласовано:

Руководитель ОПОП \_\_\_\_\_ / Голенищев-Кутузов А.В. /

## 1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Методы и средства контроля параметров материалов электроники и наноэлектроники» является изучение физических основ и принципов практического использования наиболее информативных в настоящий момент методов изучения параметров материалов электроники и наноэлектроники, связанных с электрофизическими, гальваномагнитными, магнитно-резонансными и оптико-резонансными процессами, протекающими в полупроводниковой структуре указанных материалов.

Задачей изучения дисциплины «Методы и средства контроля параметров материалов электроники и наноэлектроники» является формирование навыков экспериментального измерения, расчета и анализа электрофизических и гальваномагнитных характеристик и параметров материалов электроники и наноэлектроники, что необходимо для работы над магистерской диссертацией.

Компетенции, формируемые у обучающихся, запланированные результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)
Профессиональные компетенции (ПК)		
ПК-2 Способен к организации и проведению экспериментальных исследований в области промышленной электроники и микропроцессорной техники	ПК-2.1 Использует эффективные методики проведения экспериментального исследования	<i>Знать:</i> физические принципы и сущность кондуктометрических, гальваномагнитных, радиоспектроскопических, оптических и рентгеноструктурных методов исследования материалов электроники и наноэлектроники. <i>Уметь:</i> применять знания о принципах кондуктометрических, гальваномагнитных, радиоспектроскопических, оптических и рентгеноструктурных методов исследования в своей практической деятельности, связанной с контролем материалов электроники и наноэлектроники <i>Владеть:</i> методиками настройки приборов и установок, предназначенных для кондуктометрических, гальваномагнитных, радиоспектроскопических, оптических и рентгеноструктурных исследований материалов. наноэлектроники.

ПК-2 Способен к организации и проведению экспериментальных исследований в области промышленной электроники и микропроцессорной техники	ПК-2.2 Выбирает необходимые приборы и установки для проведения экспериментальных исследований	<p><i>Знать:</i> основные характеристики и правила использования существующих приборов и установок кондуктометрического, гальваномагнитного, радиоспектроскопического, оптического и рентгеноструктурного методов исследования материалов электроники и наноэлектроники;</p> <p><i>Уметь:</i> грамотно интерпретировать результаты экспериментальных исследований, используя математический аппарат, созданный для обоснования используемых методов.</p> <p><i>Владеть:</i> навыками грамотного выбора необходимого набора инструментов исследований и эффективной реализации на практике возможностей выбранных инструментов.</p>
	ПК-2.3 Аргументированно выбирает и реализует на практике эффективную методику проведения экспериментальных исследований	<p><i>Знать:</i> о возможностях и основных путях развития кондуктометрических, гальваномагнитных, радиоспектроскопических, оптических и рентгеноструктурных методов исследования материалов электроники и наноэлектроники</p> <p><i>Уметь:</i> грамотно оформлять результаты выполненных исследований, учитывая требования достоверности и краткости изложения.</p> <p><i>Владеть:</i> методиками эффективного планирования экспериментальных исследований материалов с учетом возможностей применяемых физических методов</p>

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Методы и средства контроля параметров материалов электроники и наноэлектроники относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника.

Код компетенции	Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.	Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.
УК-1		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
УК-2		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

УК-3		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
УК-4		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
УК-5		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
УК-6		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-1		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-2		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-3		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-3	Математические методы моделирования и прогнозирования	
ОПК-4		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ПК-1		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ПК-1	Перспективные материалы электроники	
ПК-2		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ПК-3		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- основные положения законов и методов естественных наук и математики, на базе которых имеется возможность строить в своем представлении научную картину современного состояния и перспектив развития электроники и нанoeлектроники;

- принципы работы современных контрольно-измерительных приборов различного функционального назначения;

- современные средства и методы сбора, анализа и систематизации научно-технической информации по электронике и нанoeлектронике.

Уметь:

- пользоваться основными положениями законов и методов естественных наук и математики в своей профессиональной деятельности в области электроники и нанoeлектроники;

- выполнять работы по определению и научному обоснованию экспериментальных результатов, получаемых с помощью контрольно-измерительных приборов различного вида;

- анализировать и систематизировать отечественную и зарубежную научно-техническую информацию по тематике исследования в области электроники и нанoeлектроники.

Владеть:

- опытом использования основных положений законов и методов естественных наук и математики при решении профессиональных проблем, возникающих при контроле материалов электроники и нанoeлектроники;

- опытом практического использования контрольно-измерительных приборов различного функционального назначения;

- эффективными методами сбора, анализа и систематизации отечественной и зарубежной научно-технической информации по проблемам современной электроники и нанoeлектроники.

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) (ЗЕ), всего 108 часов, из которых 29 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 8 час., занятия семинарского типа (практические, семинарские занятия, лабораторные работы и т.п.) 16 час., групповые и индивидуальные консультации 2 час., прием экзамена (КПА), зачета с оценкой - 1 час., самостоятельная работа обучающегося 44 час, контроль самостоятельной работы (КСР) - 2 час.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		3
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	108	108

КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:	29	29
Лекционные занятия (Лек)	8	8
Лабораторные занятия (Лаб)	16	16
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)*	2	2
Консультации (Конс)	2	2
Контактные часы во время аттестации (КПА)	1	1
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС):	44	44
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (экзамен)	35	35
ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	Эк	Эк

### 3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Семестр	Распределение трудоемкости (в часах) по видам учебной работы, включая СРС								Формируемые результаты обучения (знания, умения, навыки)	Литература	Формы текущего контроля успеваемости	Формы промежуточной аттестации	Максимальное количество баллов по балльно - рейтинговой системе	
		Занятия лекционного типа	Занятия практического / семинарского типа	Лабораторные работы	Групповые консультации	Самостоятельная работа студента, в т.ч.	Контроль самостоятельной работы (КСР)	подготовка к промежуточной аттестации	Сдача зачета / экзамена						Итого
<b>Раздел 1. Введение в квантовую механику твердотельных материалов</b>															
1.1. Механика микроскопических систем: принципы, законы и математический аппарат.	3	1			0,3	7	0,3			8,6	ПК-2.1 -31, ПК-2.3 -31	Л1.2, Л2.4, Л1.3, Л2.2			
1.2. Методы описания локализованных и делокализованных состояний в твердых телах.	3	1			0,3	7	0,3			8,6	ПК-2.1 -31, ПК-2.3 -31, ПК-2.2 -31, ПК-2.1 -У1	Л1.2, Л2.4, Л1.3, Л1.1, Л2.5			
<b>Раздел 2. Кондуктометрические и гальваномагнитные методы контроля материалов</b>															

2.1. Методы изучения электротранспортных свойств материалов.	3	1		4	0,3	7	0,3			12,6	ПК-2.1-У1, ПК-2.1-31, ПК-2.3-31	Л1.1, Л1.2, Л2.2, Л2.4, Л2.5			
2.2. Эффекты в материалах со свободными носителями заряда во внешних полях и их использование для контроля свойств этих материалов.	3	1		4	0,3	7	0,3			12,6	ПК-2.1-У1, ПК-2.1-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.3-В1, ПК-2.3-31, ПК-2.2-В1, ПК-2.3-У1	Л1.1, Л1.2, Л2.2, Л2.5, Л2.1, Л1.3			
Раздел 3. Магнитно-резонансные и оптические методы контроля материалов															
3.1. Электронный парамагнитный резонанс как метод изучения структуры материалов.	3	1		4	0,4	8	0,4			13,8	ПК-2.2-31, ПК-2.1-В1, ПК-2.2-В1, ПК-2.2-У1, ПК-2.3-У1, ПК-2.1-31, ПК-2.1-У1, ПК-2.3-31, ПК-2.3-В1	Л1.1, Л1.2, Л2.3, Л2.5, Л2.2, Л1.3, Л2.4			

3.2. Оптическая спектроскопия как метод изучения зонной структуры материалов.	3	1				1			2	ПК-2.1 -31, ПК-2.1 -У1, ПК-2.1 -В1, ПК-2.2 -В1, ПК-2.3 -У1	Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.3, Л2.4, Л1.3			
Раздел 4. Рентгеноструктурный анализ и метод термо-ЭДС														
4.1. Кристаллическая структура материалов по данным рентгеноструктурного анализа.	3	1		0,4	7	0,4			8,8	ПК-2.1 -У1, ПК-2.2 -В1, ПК-2.3 -В1, ПК-2.2 -31, ПК-2.3 -31	Л1.1, Л1.2, Л2.3, Л2.5, Л2.4, Л1.3			
4.2. Метод термо-ЭДС: физические принципы и применения для исследования проводящих материалов.	3	1		4					5	ПК-2.1 -У1, ПК-2.2 -31	Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.5			
Раздел 5. Промежуточная аттестация														
5.1. Консультации	3						35	1	36	ПК-2.1 -У1, ПК-2.2 -У1, ПК-2.3 -31, ПК-2.3 -У1, ПК-2.2 -31	Л1.1, Л1.2, Л2.3, Л2.5, Л2.1			
<b>ИТОГО</b>		8		16	2	44	2	35	1	108				

### 3.3. Тематический план лекционных занятий

Номер раздела дисциплины	Темы лекционных занятий	Трудоемкость, час.
--------------------------	-------------------------	--------------------

1.1	Кристаллические решетки, дефекты структуры и типы связей между атомами твердотельных материалов электроники	1
1.2	Природа и характеристики свободных носителей заряда в полупроводниках	1
2.1	Термоэлектрические и гальваномагнитные эффекты в металлах и полупроводниках	1
2.2	Зондовые методы контроля параметров полупроводников	1
3.1	Основы квантовой механики наноскопических систем в кристаллических материалах	1
4.1	Расщепление основных термов парамагнитных ионов кристаллическим полем	1
4.2	Резонансные методы контроля материалов	1
Всего		8

### 3.4. Тематический план практических занятий

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

### 3.5. Тематический план лабораторных работ

Номер раздела дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, час.
2.1	Исследование эффекта Холла в металлах и полупроводниках	4
2.2	Изучение электронной структуры парамагнитных центров методом ЭПР	4
3.1	Оптический метод определения ширины запрещенной зоны полупроводников по краю собственного поглощения	4
4.2	Рентгенофазовый анализ кристаллических материалов	4
Всего		16

### 3.6. Самостоятельная работа студента

Номер раздела дисциплины	Вид СРС	Содержание СРС	Трудоемкость, час.
1.1	Самостоятельное изучение теоретического материала (1.1)	Принципы расчета собственных значений и собственных функций оператора энергии квантовой системы.	5
1.1	Выполнение домашнего задания (1.1)	Решение задач по теме «Расчет собственных значений и собственных функций оператора энергии квантовой системы»	2
1.1	Самостоятельное изучение теоретического материала (1.1)	Примеры применения метода теории возмущений для квантовомеханических расчетов.	5
1.2	Выполнение домашнего задания (1.2)	Решение задач по теме «Расчет поправок к значениям энергии методом теории возмущений»	2
2.1	Самостоятельное изучение теоретического материала (2.1)	Принципы расчета параметров полупроводников по данным изучения четырехзондовым методом.	4
2.1	Выполнение домашнего задания (2.1)	Решение задач по теме «Расчет подвижности и концентрации свободных носителей по данным изучения четырехзондовым методом»	3
2.1	Подготовка отчета о выполнении лабораторной работы (ОЛР; 2.1)	Подготовка ОЛР (ЛР1) на тему «Изучение электрофизических свойств материалов методом кондуктометрии»	1
2.2	Самостоятельное изучение теоретического материала (2.2)	Принципы расчета параметров полупроводников по данным изучения методом Холла.	4
2.2	Выполнение домашнего задания (2.2)	Решение задач по теме «Расчет подвижности и концентрации свободных носителей по данным изучения методом Холла»	2
2.2	Подготовка отчета о выполнении лабораторной работы (ОЛР; 2.2)	Подготовка ОЛР (ЛР2) на тему «Изучение электротранспортных свойств материалов методом Холла»	1
3.1	Самостоятельное изучение теоретического материала (3.1) (Тест)	Интерпретация данных метода ЭПР: структура и магнитные свойства дефектов.	5
3.1	Выполнение домашнего задания (3.1)	Решение задач по теме «Определение параметров спинового гамильтониана и их интерпретация»	2
3.1	Подготовка отчета о выполнении лабораторной работы (ОЛР; 3.1)	Подготовка ОЛР (ЛР3) на тему «Изучение дефектов кристаллической структуры материалов методом ЭПР»	1

4.2	Самостоятельное изучение теоретического материала (4.2)	Изучение термоэлектрических свойств материалов методом «Термо-ЭДС».	4
4.2	Выполнение домашнего задания (4.2)	Решение задач по теме «Определение коэффициентов Зеебека и Пельтье по данным измерений термо-ЭДС материалов»	2
4.2	Подготовка отчета о выполнении лабораторной работы (ОЛР; 4.2)	Подготовка ОЛР (ЛР4) на тему "Изучение термо-электрических свойств полупроводников"	1
Всего			44

#### 4. Образовательные технологии

При реализации дисциплины "Методы и средства контроля параметров материалов электроники и наноэлектроники" по образовательным программам направления подготовки магистров 11.04.04 "Электроника и наноэлектроника" применяется электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

В образовательном процессе используются:

- дистанционные курсы (ДК), размещенные на площадке LMS Moodle, URL: <http://lms.kgeu.ru/course/view.php?id=3255>

- электронные образовательные ресурсы (ЭОР), размещенные в личных кабинетах студентов Электронного университета КГЭУ, URL: <https://e.kgeu.ru/TeacherResource>

#### 5. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Обобщенные критерии и шкала оценивания уровня сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции) по итогам освоения дисциплины:

Планируемые результаты обучения	Обобщенные критерии и шкала оценивания результатов обучения			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
Наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
Наличие навыков (владение)	При решении стандартных задач не продемонстрированы	Имеется минимальный набор навыков для решения	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач

опытом)	базовые навыки, имеют место грубые ошибки	стандартных задач с некоторыми недочетами	некоторыми недочетами	без ошибок и недочетов
Характеристика сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач
Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Низкий	Ниже среднего	Средний	Высокий

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено		не зачтено	
ПК-2	ПК-	Знать				

		физические принципы и сутьность кондуктометрических, гальваномагнитных, радиоспектроскопических, оптических и рентгеноструктурных методов исследования материалов электроники и наноэлектроники.	Знает физические принципы и сутьность указанных методов исследований, но допускает ошибки.	Знает физические принципы и сутьность указанных методов исследований, но допускает ряд не грубых ошибок.	Знает физические принципы и сутьность указанных методов исследований, но допускает много незначительных ошибок.	Уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки.
		Уметь				
	2.1	применять знания о принципах кондуктометрических, гальваномагнитных, радиоспектроскопических, оптических и рентгеноструктурных методов исследования в своей практической деятельности, связанной контролем материалов электроники и наноэлектроники	Умеет применять знания о принципах указанных методов и применять в своей практической деятельности, но допускает ошибки.	Умеет применять знания о принципах указанных методов и применять в своей практической деятельности, но допускает ряд не грубых ошибок.	Умеет применять знания о принципах указанных методов и применять в своей практической деятельности, но допускает много незначительных ошибок.	Уровень умений ниже минимального требования, допускает грубые ошибки.
		Владеть				
		методиками настройки приборов и установок, предназначенных для кондуктометрических, гальваномагнитных, радиоспектроскопических, оптических и рентгеноструктурных исследований материалов. наноэлектроники.	Владеет методиками настройки приборов и установок, предназначенных для исследований указанного типа, но допускает ошибки.	Владеет методиками настройки приборов и установок, предназначенных для исследований указанного типа, но допускает ряд не грубых ошибок.	Владеет методиками настройки приборов и установок, предназначенных для исследований указанного типа, но допускает много незначительных ошибок.	Уровень опыта ниже минимального требования, допускает грубые ошибки.
	ПК-	Знать				

		основные характеристики и правила использования существующих приборов установок кондуктометрического, гальваномагнитного, радиоспектроскопического, оптического и рентгеноструктурного методов исследования материалов электроники и нанoeлектроники;	Знает основные характеристик и и правила использования приборов и установок для выполнения исследований указанного вида, допускает ошибок.	Знает основные характеристик и и правила использования приборов и установок для выполнения исследований указанного вида, но допускает ряд не грубых ошибок.	Знает основные характеристик и и правила использования приборов и установок для выполнения исследований указанного вида, но допускает много незначительных ошибок.	Уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки.
		Уметь				
	2.2	грамотно интерпретировать результаты экспериментальных исследований, используя математический аппарат, созданный для обоснования используемых методов.	Умеет грамотно интерпретировать результаты экспериментальных исследований, не допускает ошибок.	Умеет грамотно интерпретировать результаты экспериментальных исследований, но допускает ряд не грубых ошибок.	Умеет грамотно интерпретировать результаты экспериментальных исследований, но допускает много незначительных ошибок.	Уровень умений ниже минимального требования, допускает грубые ошибки.
		Владеть				
		навыками грамотного выбора необходимого набора инструментов исследований и эффективной реализации на практике возможностей выбранных инструментов.	Владеет навыками грамотного выбора необходимого набора инструментов, не допускает ошибок.	Владеет навыками грамотного выбора необходимого набора инструментов, но допускает ряд не грубых ошибок.	Владеет навыками грамотного выбора необходимого набора инструментов, но допускает много незначительных ошибок.	Уровень опыта ниже минимального требования, допускает грубые ошибки.
	ПК-	Знать				

2.3	о возможностях и основных путях развития кондуктометрических, гальваномагнитных, радиоспектроскопических, оптических и рентгеноструктурных методов исследования материалов электроники и наноэлектроники	Знает о возможностях и основных путях развития указанных методов исследований, но допускает ошибки.	Знает о возможностях и основных путях развития указанных методов исследований, но допускает ряд не грубых ошибок.	Знает о возможностях и основных путях развития указанных методов исследований, но допускает много незначительных ошибок.	Уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки.
	Уметь				
	грамотно оформлять результаты выполненных исследований, учитывая требования достоверности и краткости изложения.	Умеет грамотно оформлять результаты выполненных исследований, но допускает ошибки.	Умеет грамотно оформлять результаты выполненных исследований, но допускает ряд не грубых ошибок.	Умеет грамотно оформлять результаты выполненных исследований, но допускает много незначительных ошибок.	Уровень умений ниже минимального требования, допускает грубые ошибки.
Владеть					
методиками эффективного планирования экспериментальных исследований материалов с учетом возможностей применяемых физических методов	Владеет методиками планирования экспериментальных исследований материалов, но допускает ошибки.	Владеет методиками планирования экспериментальных исследований материалов, но допускает ряд не грубых ошибок.	Владеет методиками планирования экспериментальных исследований материалов, но допускает много незначительных ошибок.	Уровень опыта ниже минимального требования, допускает грубые ошибки.	

Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины. Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

#### Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	Уланов В.А., Голенищев-Кутузов А.В.	Электрические и магнитные свойства металлов, полупроводников и диэлектриков	Учебное пособие	Казань: КГЭУ	2015	<a href="https://lib.kgeu.ru/irbis64r_15/scan/45эл.pdf">https://lib.kgeu.ru/irbis64r_15/scan/45эл.pdf</a>	2
2	Владимиров Г. Г.	Физика поверхностей и твердых тел	учебное пособие	СПб.: Лань	2016	<a href="https://e.lanbook.com/book/71707">https://e.lanbook.com/book/71707</a>	1
3	Татаринцева Т. Б.	Методы исследования материалов и процессов	программа, методические указания по изучению дисциплины для студентов заочной формы обучения направления подготовки 150600 "Материаловедение и технология новых материалов" специальности 150601.65 "Материаловедение и технология новых материалов"	Казань: КГЭУ	2014		20

### Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	Матухин В. Л., Шмидт Е. В.	Основы квантовой механики	учебное пособие	Казань: КГЭУ	2017	<a href="https://lib.kgeu.ru/irbis64r_15/scan/5036.pdf">https://lib.kgeu.ru/irbis64r_15/scan/5036.pdf</a>	1

2	Тимофеев В. Б.	Возбуждения в двумерных сильнокоррелированных электронных и электронно-дырочных системах	курс лекций	М.: Издательский дом МЭИ	2017	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011478.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011478.html</a>	1
3	Ефимова А. И., Головань Л. А., Кашкаров П. К., Сенявин В. М., Тимошенко В. Ю.	Инфракрасная спектроскопия твердотельных систем пониженной размерности	учебное пособие	СПб.: Лань	2018	<a href="https://e.lanbook.com/book/108322">https://e.lanbook.com/book/108322</a>	1
4	Будникова И. К.	Теория и практика научного эксперимента	учебное пособие	Казань: КГЭУ	2014		15
5	Данилин А. А., Лавренко Н. С.	Измерения в радиоэлектронике	учебное пособие	СПб.: Лань	2017	<a href="https://e.lanbook.com/book/89927">https://e.lanbook.com/book/89927</a>	1

## 6.2. Информационное обеспечение

### 6.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Методы и средства контроля параметров материалов электроники и нанoeлектроники	<a href="https://lms2.kgeu.ru/course/view.php?id=1618">https://lms2.kgeu.ru/course/view.php?id=1618</a>

### 6.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/п	Адрес	Режим доступа
1		

### 6.2.3. Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование информационно-справочных систем	Адрес	Режим доступа
1	«Консультант плюс»	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

## 6.2.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

### ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Способ распространения (лицензионное/свободно)	Реквизиты подтверждающих документов
1	Windows 7 Профессиональная (Starter)	Пользовательская операционная система	№2011.25486 от 28.11.2011
2	Windows 7 Профессиональная (Pro)	Пользовательская операционная система	№2011.25486 от 28.11.2011
3	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет (включая русскоязычный интернет).	<a href="https://www.google.com/intl/ru/chrome/">https://www.google.com/intl/ru/chrome/</a>
4	Браузер Firefox	Свободный веб-браузер	<a href="https://www.mozilla.org/ru/firefox/new/">https://www.mozilla.org/ru/firefox/new/</a>
5	OpenOffice	Пакет офисных приложений. Одним из первых стал поддерживать новый открытый формат OpenDocument. Официально поддерживается на платформах Linux	<a href="https://www.openoffice.org/ru/download/index.html">https://www.openoffice.org/ru/download/index.html</a>
6	LMS Moodle	Это современное программное обеспечение	<a href="https://download.moodle.org/releases/latest/">https://download.moodle.org/releases/latest/</a>

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для СРС	Оснащенность специальных помещений и помещений для СРС
1	Лекционные занятия	А-401. Учебная аудитория	30 посадочных мест доска деревянная распашная; переносное оборудование - проектор мультимедийный ; экран переносной; фотоколориметр КФК - 3-01(2 шт); учебно-методический стенд(5 шт); лабораторный стенд КС-11 (3 шт)
2	Лабораторные занятия	А-405. Учебная аудитория	30 посадочных мест, персональный компьютер (20 шт.), коммутационный шкаф для усилителя-микшера с установкой Веллес ; потолочное крепление для проектора, интерактивная доска; проектор, подключение к сети "Интернет", доступ в электронную информационно-образовательную среду
3	Экзамен	А-408. Учебная аудитория	30 посадочных мест, доска деревянная распашная, телевизор плазменный настен., учебно-методический стенд (5шт), учебный стенд (2 шт), лабораторный стенд КС-11(3 шт), камера IP

4	Консультации	А-409. Учебная аудитория	30 посадочных мест, доска деревянная распашная; телевизор, учебные стенды стационарные (4 шт), стенды переносные (7 шт), стенды учебная техника (2 шт)
---	--------------	--------------------------	--

## **8. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www//kgeu.ru](http://kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно

комментируются;

- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;

- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;

- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

## Лист регистрации изменений

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины на 20\_\_ /20\_\_  
учебный год

В программу вносятся следующие изменения:

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

*Указываются номера страниц, на которых  
внесены изменения,  
и кратко дается характеристика этих  
изменений*

Программа одобрена на заседании кафедры –разработчика «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.,  
протокол № \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Голенищев-Кутузов А.В.

Программа одобрена методическим советом института \_\_\_\_\_  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

Зам. директора по УМР \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

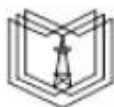
*Подпись, дата*

Согласовано:

Руководитель ОПОП \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

*Подпись, дата*

*Приложение к рабочей программе  
дисциплины*



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

**«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)**

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института Электроэнергетики и  
электроники

\_\_\_\_\_ Ившин И.В.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
по дисциплине**

Методы и средства контроля параметров материалов электроники и наноэлектроники

Направление подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника

Направленность(и) (профиль(и)) Промышленная электроника и микропроцессорная техника

Квалификация магистр

Форма обучения очная

г. Казань, 2020

Оценочные материалы по дисциплине «Методы и средства контроля параметров материалов электроники и нанoeлектроники» - комплект контрольно-измерительных материалов, предназначенных для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенции(й):

ПК-2 Способен к организации и проведению экспериментальных исследований в области промышленной электроники и микропроцессорной техники

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание процесса обучения по дисциплине. При текущем контроле успеваемости используются следующие оценочные средства: тест, практическое задание, отчет по лабораторной работе, разноуровневые задачи и задания, реферат, экзамен, обсуждение, контрольная работа.

Промежуточная аттестация имеет целью определить уровень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине за 3 семестр. Форма промежуточной аттестации экзамен.

Оценочные материалы включают задания для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, разработанные в соответствии с рабочей программой дисциплины.

## 1. Технологическая карта

### Семестр 3

Номер раздела/ темы дисциплины	Вид СРС	Наименование оценочного средства	Код индикатора достижения компетенций	Уровень освоения дисциплины, баллы				
				неудов-но	удов-но	хорошо	отлично	
				не зачтено	зачтено			
				низкий	ниже среднего	средний	высокий	
Текущий контроль успеваемости								
1	Самостоятельное изучение теоретического материала (1.1)	Тест	ПК-2	менее 1	1 - 2	2 - 3	3 - 3	
1	Выполнение домашнего задания (1.1)	ПЗ	ПК-2	менее 2	2 - 2	2 - 3	3 - 4	
2	Самостоятельное изучение теоретического материала (1.1)	Тест	ПК-2, ПК-2	менее 1	1 - 2	2 - 3	3 - 3	
2	Выполнение домашнего задания (1.2)	ПЗ	ПК-2	менее 2	2 - 3	3 - 3	3 - 4	

3	Самостоятельное изучение теоретического материала (2.1)	Тест	ПК-2, ПК-2	менее 1	1 - 2	2 - 3	3 - 3
3	Выполнение домашнего задания (2.1)	ПЗ	ПК-2	менее 2	2 - 3	3 - 3	3 - 4
4	Самостоятельное изучение теоретического материала (2.2)	Тест	ПК-2, ПК-2	менее 1	1 - 2	2 - 3	3 - 3
4	Выполнение домашнего задания (2.2)	ПЗ	ПК-2, ПК-2	менее 2	2 - 2	2 - 3	3 - 4
4	Подготовка отчета о выполнении лабораторной работы (ОЛР; 2.2)	ОЛР	ПК-2, ПК-2	менее 1	1 - 2	2 - 3	3 - 4
5	Самостоятельное изучение теоретического материала (3.1) (Тест)	Тест	ПК-2	менее 2	2 - 3	3 - 3	3 - 4
5	Выполнение домашнего задания (3.1)	ПЗ	ПК-2	менее 2	2 - 3	3 - 4	4 - 4
5	Подготовка отчета о выполнении лабораторной работы (ОЛР; 3.1)	ОЛР	ПК-2	менее 1	1 - 2	2 - 3	3 - 4
6	Подготовка отчета о выполнении лабораторной работы (ОЛР; 3.2)	ОЛР	ПК-2, ПК-2	менее 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0
7	Самостоятельное изучение теоретического материала (4.1)	Тест	ПК-2, ПК-2	менее 1	1 - 2	2 - 3	3 - 4
7	Выполнение домашнего задания (4.1)	ПЗ	ПК-2, ПК-2	менее 2	2 - 3	3 - 3	3 - 4
7	Подготовка отчета о выполнении лабораторной работы (ОЛР; 4.1)	ОЛР	ПК-2, ПК-2	менее 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0
Всего баллов				0 - 54	55-69	70-84	85-100

## 2. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Оценочные материалы
Тест (Тест)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Комплект тестовых заданий
Практическое задание (ПЗ)	Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задание направлено на оценивание компетенций по дисциплине, содержит четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий	Комплект задач и заданий
Отчет по лабораторной работе (ОЛР)	Выполнение лабораторной работы, обработка результатов испытаний, измерений, эксперимента. Оформление отчета, защита результатов лабораторной работы по отчету	Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы, перечень требований к отчету
Разноуровневые задачи и задания (РЗЗ)	Различают задачи и задания: а) репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; б) реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей; в) творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения	Комплект разноуровневых задач и заданий
Реферат (Рфр)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее	Темы рефератов
Экзамен (Экз)	Средство реализации промежуточной аттестации студента по данному предмету	Экзаменационные билеты с вопросами и задачами
Обсуждение (Обс)	Активное участие студента в процессе проведения групповой консультации, заключающееся в обсуждении не вполне понятных для него экзаменационных вопросов и задач	Грамотно сформулированные вопросы

Контрольная работа (КнТР)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
---------------------------	---	---

### 3. Оценочные материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

Оценка промежуточной аттестации студентов по итогам освоения дисциплины «Промышленная электроника» производится при помощи следующих оценочных средств:

#### Темы рефератов и презентаций

1. Методы определения положений примесных уровней энергии в полупроводниках.
2. Экситоны в полупроводниках и методы их изучения.
3. Полупроводники-термоэлектрики и перспективы их использования.
4. Термоэлектрический метод изучения полупроводников и его возможности.
5. Методы измерения удельного сопротивления полупроводников.
6. Методы измерения подвижностей электронов и дырок в полупроводниках.
7. Методы измерения подвижностей свободных носителей в полупроводниках.
8. Особенности измерений удельного сопротивления широкозонных полупроводников.
9. Проблема контактов при измерениях удельного сопротивления узкозонных и бесщелевых полупроводников.
10. Легирование полупроводников примесями: цели и возможные результаты легирования.
11. Квантовый эффект Холла в полупроводниковых структурах.
12. Метод Холла в исследованиях полупроводников: физический принцип и возможности.
13. Методы вольтамперных и вольтфарадных характеристик в исследованиях электро-транспортных свойств полупроводников.
14. Электронный парамагнитный резонанс – мощный метод исследования структуры примесных парамагнитных центров в полупроводниках.
15. Формализм спинового гамильтониана в методе электронного парамагнитного резонанса.
16. Возможности метода ядерного магнитного резонанса в исследованиях полупроводников.
17. Оптические методы контроля параметров материалов полупроводниковой электроники.
18. Рентгеноструктурный анализ полупроводниковых материалов: принципы и возможности.
19. Ферромагнитный резонанс: физические принципы и его возможности как метода исследования магнитных материалов.

20. Определение подвижности и концентрации свободных носителей по данным изучения четырехзондовым методом.
21. Определение подвижности и концентрации свободных носителей по данным изучения методом Холла.
22. Определение параметров спинового гамильтониана и их интерпретация
23. Определение дефектности твердотельного кристаллического материала по данным рентгенографии.

### **Требования по оформлению рефератов**

1. Реферат выполняется на листах формата А4 в компьютерном варианте. Поля: верхнее, нижнее – 1,5 см, правое – 1,5 см, левое – 2,5 см, шрифт Times New Roman, размер шрифта – 14, интервал – 1,5, абзац – 1,25, выравнивание по ширине. Объем реферата 15-20 листов. Графики, рисунки, таблицы обязательно подписываются (графики и рисунки снизу, таблицы сверху).

Нумерация страниц обязательна. Номер страницы ставится в левом нижнем углу страницы. *Титульный лист*.

2. Готовая работа должна быть скреплена папкой скоросшивателем или с помощью дырокола. Работы в файлах, скрепленные канцелярскими скрепками приниматься не будут.

3. Рефераты сдаются преподавателю в указанный срок.

4. Реферат не будет зачтен в следующих случаях:

а) при существенных нарушениях правил оформления (отсутствует содержание или список литературы, нет сносок, номеров страниц и т.д.);

б) из-за серьезных недостатков в содержании работы (несоответствие структуры работы ее теме, неполное раскрытие темы, использование устаревшего фактического материала).

5. Возвращенный студенту реферат должен быть исправлен в соответствии с рекомендациями преподавателя.

6. Студент, не получивший зачет по реферату, к экзамену или зачету не допускается.

### **При написании реферата необходимо следовать следующим правилам:**

Раскрытие темы реферата предполагает наличие нескольких источников (как минимум 4-5 публикаций, монографий, справочных изданий, учебных пособий) в качестве источника информации.

Подготовка к написанию реферата предполагает внимательное изучение каждого из источников информации и отбор информации непосредственно касающейся избранной темы. На этом этапе работы важно выделить существенную информацию, найти смысловые абзацы и ключевые слова, определить связи между ними.

**Содержание** реферата ограничивается 2-3 главами, которые подразделяются на параграфы (§§).

Сведение отобранной информации непосредственно в текст реферата, должно быть выстроено в соответствии с определенной логикой. Реферат состоит из трех частей: введения, основной части, заключения;

а) **во введении** логичным будет обосновать выбор темы реферата.

- актуальность (почему выбрана данная тема, каким образом она связана с современностью?);

- цель (должна соответствовать теме реферата);

- задачи (способы достижения заданной цели), отображаются в названии параграфов работы;

- историография (обозначить использованные источники с краткой аннотацией – какой именно источник (монография, публикация и т.п.), основное содержание в целом (1 абз.), что конкретно содержит источник по данной теме (2-3 предложения).

б) **в основной части** дается характеристика и анализ темы реферата в целом, и далее – сжатое изложение выбранной информации в соответствии с поставленными задачами. В конце каждой главы должен делаться вывод (подвывод), который начинается словами: «Таким образом...», «Итак...», «Значит...», «В заключение главы отметим...», «Все сказанное позволяет сделать вывод...», «Подводя итог...» и т.д. Вывод содержит краткое заключение по §§ главы (объем 0,5 – 1 лист). В содержании не обозначается.

в) **заключение** содержит те подвыводы по главам, которые даны в работе (1-1,5 листа). Однако прямая их переписка нежелательна; выгодно смотрится заключение, основанное на сравнении. Например, сравнение типов политических партий, систем, идеологий и др. Уместно высказать свою точку зрения на рассматриваемую проблему.

**Список использованной литературы.** В списке указываются только те источники, на которые есть ссылка в основной части реферата. Ссылка в основном тексте оформляется двумя способами:

а) в квадратных скобках в самом тексте после фразы. [3, с. 52], где первая цифра № книги по списку использованной литературы, вторая цифра - № страницы с которой взята цитата.

б) в подстрочнике. Цитата выделяется кавычками, затем следует номер ссылки. Нумерация ссылок на каждой странице начинается заново. Например, «Цитата...»[1].

Библиографическое описание книги в списке использованной литературы оформляется в соответствии с ГОСТ, (фамилия, инициалы автора, название работы, город издания, издательство, год издания, общее количество страниц).

При использовании материалов из сети ИНТЕРНЕТ необходимо оформить ссылку на использованный сайт.

*Книга одного автора*

Рузавин Г. И. Научная теория: Логико-методологический анализ.- М.: Мысль, 1978.- 237 с.

*Книга двух, трех и более авторов*

Планирование, организация и управление транспортным строительством/А. М. Коротаев, Т. А. Беляев [и др.]; под ред. А. М. Коротаева. – М.: Транспорт, 1999.- 276 с.

*Сборник одного автора*

Методологические проблемы современной науки / Сост. А. Т. Москаленко.-М.: Политиздат, 2006.- 295 с.

*Сборник с коллективным автором*

Непрерывное образование как педагогическая система: сб. науч.тр./ Научно-исслед. НИИ высшего образования/ Отв.ред. Н. Н. Нечаев.- М.: НИИВО, 1995.- 156 с.

*Статья из газеты или журнала*

Егорова Е. Портрет делового человека/ Е .Егорова //Деловой мир. – 1993.- № 6.- с. 12-13.

## **Требования по оформлению презентаций**

### **Оформление слайдов:**

Стиль	Соблюдайте единый стиль оформления Избегайте стилей, которые будут отвлекать от самой презентации. Вспомогательная информация (управляющие кнопки) не должны преобладать над основной информацией (текстом, иллюстрациями).
Фон	Для фона предпочтительны холодные тона
Использование цвета	На одном слайде рекомендуется использовать не более трех цветов: один для фона, один для заголовка, один для текста. Для фона и текста используйте контрастные цвета. Обратите внимание на цвет гиперссылок (до и после использования). Таблица сочетаемости цветов в приложении.
Анимационные эффекты	Используйте возможности компьютерной анимации для представления информации на слайде.

Не стоит злоупотреблять различными анимационными эффектами, они не должны отвлекать внимание от содержания информации на слайде.

## **Представление информации:**

Содержание информации	Используйте короткие слова и предложения. Минимизируйте количество предлогов, наречий, прилагательных. Заголовки должны привлекать внимание аудитории.
Расположение информации на странице	Предпочтительно горизонтальное расположение информации. Наиболее важная информация должна располагаться в центре экрана. Если на слайде располагается картинка, надпись должна располагаться под ней.
Шрифты	Для заголовков – не менее 24. Для информации не менее 18. Шрифты без засечек легче читать с большого расстояния. Нельзя смешивать разные типы шрифтов в одной презентации. Для выделения информации следует использовать жирный шрифт, курсив или подчеркивание. Нельзя злоупотреблять прописными буквами (они читаются хуже строчных).
Способы выделения информации	Следует использовать: рамки; границы, заливку; штриховку, стрелки; рисунки, диаграммы, схемы для иллюстрации наиболее важных фактов.
Объем информации	Не стоит заполнять один слайд слишком большим объемом информации: люди могут одновременно запомнить не более трех фактов, выводов, определений. Наибольшая эффективность достигается тогда, когда ключевые пункты отображаются по одному на каждом отдельном слайде.
Виды слайдов	Для обеспечения разнообразия следует использовать разные виды слайдов: с текстом; с таблицами;

с диаграммами.

## **Требования по оформлению лабораторных работ**

Отчёт по лабораторной работе оформляется индивидуально каждым студентом, выполнившим необходимые эксперименты (независимо от того, выполнялся ли эксперимент индивидуально или в составе группы студентов). Страницы отчёта следует пронумеровать (титульный лист не нумеруется, далее идет страница 2 и т.д.).

Титульный лист отчёта должен содержать фразу: “Отчёт по лабораторной работе «Название работы», чуть ниже: Выполнил студент группы (номер группы) (Фамилия, инициалы)”. Внизу листа следует указать текущий год.

Отчёт, как правило, должен содержать следующие основные разделы:

1. Цель работы;
2. Теоретическая часть;
3. Оборудование (приборы, используемые в лабораторной работе);
4. Результаты (таблицы экспериментальных данных, графики, снимки экранов приборов);
5. Выводы (основные приобретённые знания о предмете исследования).

Теоретическая часть должна содержать минимум необходимых теоретических сведений о физической сущности исследуемого явления и его описание. Не следует копировать целиком или частично методическое пособие (описание) лабораторной работы или разделы учебника.

В разделе «Оборудование» необходимо описать, с помощью каких приборов и каким образом проводилось исследование.

Рисунки, блок-схемы установок, описание технологии и её особенностей, необходимость предварительных измерений (градуировка, настройка и т.п.) – все это должно быть представлено в указанном разделе.

Раздел «Результаты» включает в себя таблицы экспериментальных данных, графики, полученные при выполнении лабораторной работы, снимки экранов приборов. Для построения графиков можно использовать миллиметровую бумагу. На графиках обязательно должны быть указаны масштабы по осям, начало отсчета, размерности и обозначения физических величин, откладываемых по осям. Экспериментальные точки на графиках должны быть заметны, четко выделены. Рисунки, графики и таблицы нумеруются и подписываются заголовками.

Выводы не должны быть простым перечислением того, что сделано. Здесь важно отметить, какие новые знания о предмете исследования были получены при выполнении работы, к чему привело обсуждение результатов, насколько выполнена заявленная цель работы. Возможно, получены дополнительные формулы, данные, предложены оригинальные методики, – это должно быть отражено в выводах. Выводы по работе каждый студент делает самостоятельно.

При сдаче отчёта преподаватель может сделать устные и письменные замечания, задать дополнительные вопросы. Все ответы на дополнительные вопросы, новые расчёты, обсуждения выполняются студентом на отдельных листах, включаемых в отчёт (при этом в тексте основного отчёта делается сноска или другой значок, которому будет соответствовать новый материал). При этом письменные замечания преподавателя должны остаться в тексте для ясности динамики работы над отчётом. Объём отчёта

должен быть оптимальным для понимания того, что и как сделал студент, выполняя работу. Обязательные требования к отчёту включают общую и специальную грамотность изложения, а также аккуратность оформления. После приёма преподавателем отчёт хранится на кафедре.

**Задачи для домашнего задания не предусмотрены,  
поскольку практические занятия не предусмотрены**

### Примеры тестовых заданий

#### Тест 1

Уравнение  $\lambda = h/p$ , связывающее длину волны микроскопической частицы (электрона) с его импульсом, было предложено

- Гейзенбергом
- Ломоносовым
- + де Бройлем
- Ландау
- Максвеллом.

#### Тест 2

Соотношения между точностью определения компонент координаты микроскопической частицы и его импульса,

$$\Delta x \cdot \Delta p_x \geq \frac{h}{2\pi}, \quad \Delta y \cdot \Delta p_y \geq \frac{h}{2\pi}, \quad \Delta z \cdot \Delta p_z \geq \frac{h}{2\pi},$$

были определены

- Ландау
- де Бройлем
- Капицей
- + Гейзенбергом
- Эйнштейном.

#### Тест 3

Фундаментальное утверждение о невозможности одновременно определить координату и импульс квантовой частицы представляет собой принцип ....

- суперпозиции
- относительности
- + неопределенности Гейзенберга
- Паули
- постоянства скорости света.

#### Тест 4

Соотношения

$$\Delta x \cdot \Delta p_x \geq \frac{h}{2\pi}, \quad \Delta y \cdot \Delta p_y \geq \frac{h}{2\pi}, \quad \Delta z \cdot \Delta p_z \geq \frac{h}{2\pi}$$

определяют суть принципа ....

- суперпозиции
- относительности

- + неопределенности Гейзенберга
- Паули
- постоянства скорости света.

### Тест 5

Справедливо утверждение, что если квантовая система состоит из двух подсистем, находящихся в состояниях с волновыми функциями  $\Psi_1(q)$  и  $\Psi_2(q)$  и не взаимодействующих друг с другом, тогда состояние всей системы будет характеризоваться волновой функцией

$$\Psi_{12}(q) = \Psi_1(q) \cdot \Psi_2(q).$$

Это утверждение соответствует принципу ....

- относительности
- неопределенности Гейзенберга
- + суперпозиции
- Паули
- постоянства скорости света.

### Тест 6

Формула

$$\bar{f} = \int \Psi^* \hat{f} \Psi dq$$

определяет .....

- среднее значение волновую функции
- + среднее значение величины  $f$  в состоянии с волновой функцией  $\Psi$
- оператор величины  $f$  в базисе волновых функций  $\Psi$
- вектор силы, действующей на частицу в состоянии с волновой функцией  $\Psi$ .

### Тест 7

Равенство

$$\hat{p} = -i\hbar\nabla$$

представляет собой определение оператора ...

- момента импульса
- + импульса
- энергии
- спинового момента.

### Тест 8

Равенство

$$\hat{f} \hat{g} - \hat{g} \hat{f} = 0$$

справедливо в том случае, если две величины  $f$  и  $g$  .....

- являются взаимно зависимыми
- не могут иметь одновременно определенных значений
- + одновременно имеют определенные значения

### Тест 9

Физическая величина  $f$ , для которой выполняется равенство

$$\left(\frac{df}{dt}\right)^\wedge = 0$$

называется ....

- величиной, не имеющей определенного значения
- величиной, определяемой лишь с некоторой точностью
- + сохраняющейся величиной

### Тест 10

Существует вывод о том, что различным фрагментам шестимерного фазового пространства будут соответствовать различные квантовые состояния лишь в том случае, если размер этих элементов не меньше  $h^3$ . Этот вывод является следствием ....

- принципа корпускулярно-волнового дуализма
- + принципа неопределенности Гейзенберга
- закона Вульфа-Бреггов
- закона Паскаля.

### Тест 11

Функция распределения Ферми-Дирака

$$f_\Phi = \frac{1}{\exp\left(\frac{E - \mu}{kT}\right) + 1}$$

выражает вероятность заполнения ячеек фазового пространства электронами. При температуре  $T = 0$  значение  $f_\Phi$  ....

- равно нулю
- меньше 1, но больше 0
- + равно единице
- может быть произвольным.

### Тест 12

Переход от статистики Ферми-Дирака к статистике Больцмана возможен в том случае, когда значение экспоненты в формуле Ферми-Дирака,

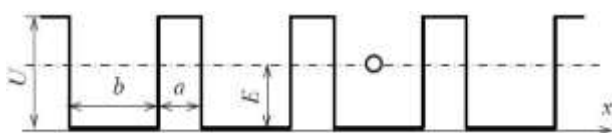
$$f_\Phi = \frac{1}{\exp\left(\frac{E - \mu}{kT}\right) + 1}$$

оказывается ....

- значительно меньше единицы
- + значительно больше единицы
- примерно равно единице
- неопределенной.

### Тест 13

На данном рисунке



представлена простейшая линейная модель полупроводникового кристалла, впервые предложенная ...

- + Кронигом и Пенни
- Друде и Лоренцом
- Зоммерфельдом
- Ландау.

#### Тест 14

Вероятность перехода точечного дефекта из одного равновесного положения в соседнее положение определяется формулой

$$P = P_0 \exp(-E_a / kT)$$

где коэффициент  $P_0$  ....

- имеет размерность энергии
- имеет размерность импульса
- + является безразмерным

#### Тест 15

В кристаллах NaCl связь между атомами является ....

- металлической
- связью Ван-дер-Ваальса
- + ионной
- ковалентной.

#### Тест 16

В кристаллах, состоящих из элементов с сильно различающимися валентностями, преобладает ....

- металлический тип связи
- ковалентный тип связи
- + ионный тип связи
- водородный тип связи.

#### Тест 17

К проводнику, расположенному, например, вдоль оси  $x$ , приложено продольное электрическое поле  $E = E_x$  и поперечное магнитное поле  $H_z$ . При этом внутри проводника возникает поперечное электрическое поле  $E_y$ . Этот эффект называется эффектом:

- Томсона
- Зеебека
- Пельтье
- + Холла.

#### Тест 18

Основным признаком для отнесения твердых материалов к металлам, полупроводникам или диэлектрикам является ширина ...

- зоны проводимости
- валентной зоны
- + запрещенной зоны
- примесной зоны.

### Тест 19

Дрейфовое движение носителей заряда представляет собой направленное движение носителей заряда ...

- под влиянием градиента концентраций свободных носителей заряда
- вследствие столкновений с узлами кристаллической решетки
- + под воздействием внешнего электрического поля
- под воздействием внешнего магнитного поля.

### Тест 20

В равенстве

$$\vec{J}_n = qn\vec{v}_n$$

величина  $\vec{J}_n$  представляет собой ...

- концентрацию свободных электронов в полупроводнике
- заряд свободного электрона
- скорость дрейфового движения свободного электрона
- + плотность дрейфового тока свободных электронов.

### Тест 21

В равенстве

$$\vec{v}_n = \mu_n \vec{E}$$

величина  $\vec{E}$  представляет собой ...

- скорость дрейфового движения свободного электрона
- заряд свободного электрона
- концентрацию свободных электронов в полупроводнике
- + напряженность электрического поля в полупроводнике.

### Тест 22

В равенстве

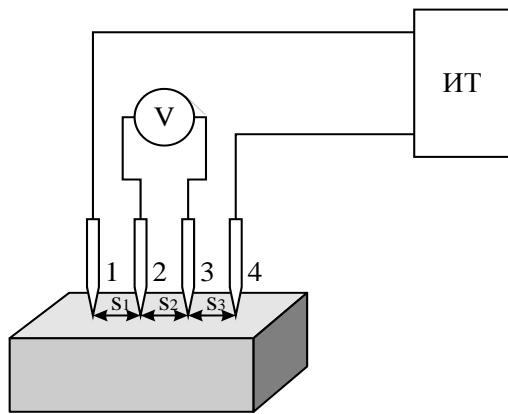
$$\vec{J}_{n.diff} = qD_n \overline{grad(n)}$$

величина  $D_n$  представляет собой ...

- удельное сопротивление полупроводника электронным типом проводимости
- + коэффициент диффузии свободных электронов
- концентрацию свободных электронов в полупроводнике
- плотность диффузионного тока свободных электронов.

### Тест 23

На приведенном ниже рисунке

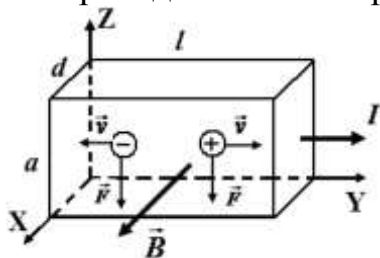


представлена функциональная схема прибора контроля ...

- проводимости полупроводников четырехзондовым методом
- диэлектрической проницаемости диэлектриков
- магнитной восприимчивости магнитных материалов
- температурной зависимости линейных размеров металлических образцов.

### Тест 24

На приведенном ниже рисунке

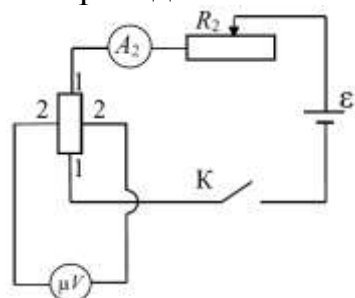


схематически представлен образец полупроводника, через который пропущен ток  $I$  и который находится под влиянием внешнего магнитного поля  $\vec{B}$ . Здесь  $a$ ,  $l$  и  $d$  определяют размеры образца, а кружок с минусом обозначает ...

- ионизированный атом акцептора
- ионизированный атом донора
- свободный носитель заряда (дырку)
- свободный носитель заряда (электрон).

### Тест 25

На приведенном ниже рисунке



представлена схема простейшего устройства контроля параметров полупроводников методом Холла. Контролируемый образец представлен прямоугольником, вытянутым вертикально. В данном устройстве переменный резистор  $R_2$  служит для ...

- + установления оптимального тока через образец
- изменения знака ЭДС Холла
- изменения направления тока через образец
- балансировки «нуля» ЭДС Холла.

## Тест 26

Равенство

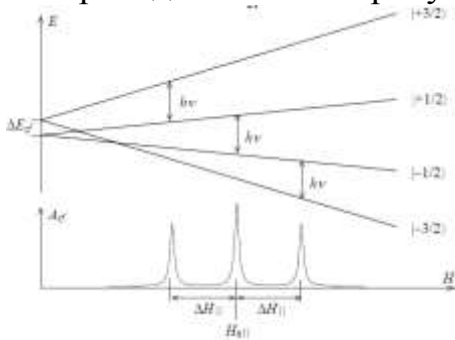
$$R_H = \frac{1}{en} \left\langle \frac{\tau_p}{\tau_p} \right\rangle^2 = \frac{A_r}{en}$$

определяет величину постоянной Холла в невырожденных полупроводниках. В этом равенстве величина  $A_r$  называется ...

- параметром неэквивалентности
- углом Холла
- + холл-фактором
- холловской подвижностью.

## Тест 27

На приведенном ниже рисунке

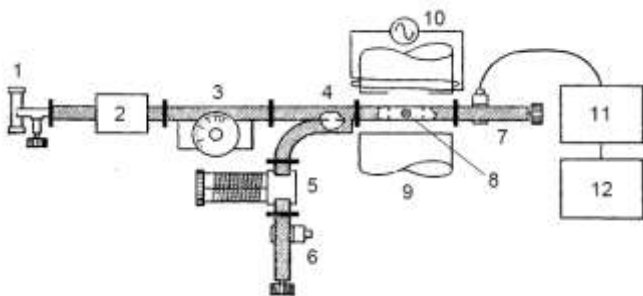


схематически показаны графики зависимостей энергий спиновых уровней парамагнитного иона с  $S = 3/2$  и вид линий спектра ЭПР, наблюдаемых на частоте  $\nu$  в некоторой выбранной ориентации образца. Наличие расщепления энергетических уровней ( $\Delta E_{cf}$ ) при  $H = 0$  свидетельствует о том, что ...

- температура исследуемого образца является низкой
- время спин-решеточной релаксации достаточно большое
- симметрия кристаллического поля в позиции иона ниже кубической
- образец перегружает резонатор спектрометра.

## Тест 28

На приведенном ниже рисунке

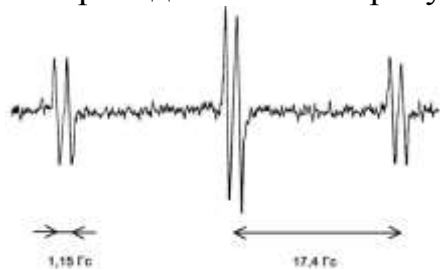


представлена схема простейшего спектрометра ЭПР с проходным резонатором. Отдельные части спектрометра обозначены цифрами. В частности, цифрами 1 и 8 обозначены ...

- направленный ответвитель волны и сигнальный детектор
- + клистрон и проходной резонатор
- волноводный вентиль и резонансный волномер
- усилитель сигнала и детектор волномера.

## Тест 29

На приведенном ниже рисунке



представлен спектр ЭПР раствора радикала  $\text{CH}_2\text{-OH}$  в метаноле. Он указывает на то, что в данном радикале сверхтонкие взаимодействия (СТВ) с ядрами трех атомов водорода

- ...
- отличаются по величине
- для двух ядер одинаковы, но с третьим ядром величина СТВ другая
- одинаковы для всех трех ядер (не равны нулю)
- равны нулю для всех трех ядер.

### Тест 30

В законе Бугера – Ламберта – Бера,

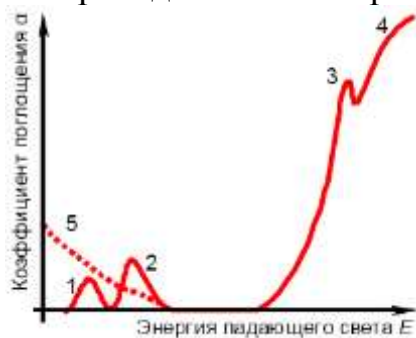
$$I = I_0 \cdot \exp(-\alpha d),$$

под обозначением  $I_0$  следует понимать ...

- показатель преломления материала
- коэффициент поглощения материала
- + интенсивность света, падающего на поверхность образца материала
- интенсивность света, прошедшего через образец материала.

### Тест 31

На приведенном ниже рисунке

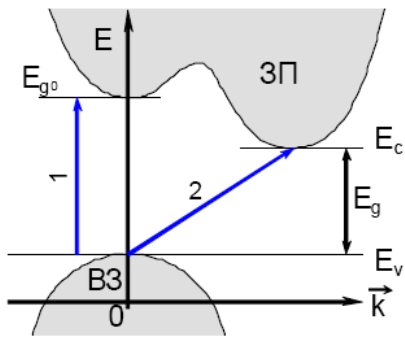


схематически представлена спектральная зависимость коэффициента поглощения некоторого невырожденного полупроводникового материала с достаточно широкой запрещенной зоной. Здесь пик под номером 2 соответствует ...

- собственному поглощению
- + ионизации примесных атомов
- поглощению на оптических колебаниях решетки
- экситонному поглощению.

### Тест 32

На приведенном ниже рисунке



схематически показана зонная диаграмма непрямозонного полупроводника. Здесь синяя стрелка с номером 1, направленная снизу вверх, представляет оптический переход, соответствующий ...

спектральной зависимости коэффициента поглощения некоторого

– ионизации примесных атомов

+ собственному поглощению без изменения импульса электрона

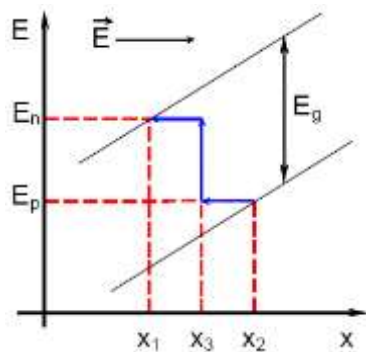
– собственному поглощению с изменением импульса электрона

– поглощению на оптических колебаниях решетки.

– экситонному поглощению.

### Тест 33

На приведенном ниже рисунке



схематически представлены процессы, связанные с эффектом Франца – Келдыша. Здесь наклон графиков энергий дна зоны проводимости и потолка валентной зоны пропорционален напряженности внешнего электрического поля, а горизонтальные синие стрелки, направленные справа налево, соответствуют ...

– оптическому переходу электрона из зоны проводимости в валентную зону

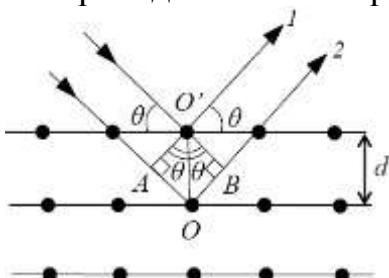
– оптическому переходу электрона из валентной зоны в зону проводимости

– оптическому переходу электрона с уровня Ферми в зону проводимости

– туннельному переходу электрона из одной точки полупроводника в другую.

### Тест 34

На приведенном ниже рисунке



схематически представлены принципы отражения рентгеновских лучей в кристаллах кубической сингонии. Здесь относительные фазы отраженных лучей могут быть определены с использованием закона ...

- Больцмана
- Паскаля
- + Вульфа-Бреггов
- Ома

### Тест 35

Равенство

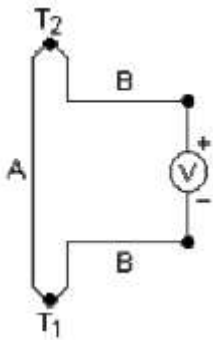
$$\varepsilon = \alpha_{12}(T_2 - T_1)$$

представляет собой эффект ...

- Пельтье
- Зеемана
- Томпсона
- Холла.

### Тест 36

На приведенном ниже рисунке



схематически представлена схема эксперимента по изучению эффекта ...

- Холла
- + Зеемана
- Пельтье
- Нернста.

## 4. Оценочные материалы промежуточной аттестации

### Вопросы для приема экзамена по дисциплине

Экзамен проводится в письменной форме, экзаменуемый получает билет, в котором содержится два вопроса.

#### Низкий уровень

Физическая суть принципа корпускулярно-волнового дуализма

Принцип Гейзенберга

Принцип суперпозиции состояний квантовой системы

Вырожденные и невырожденные состояния квантовых систем.

Основные утверждения теории возмущений.

Волновые функции и спектр энергий единственного электрона атома водорода.

Принцип Паули.

Возникновение делокализованных электронных состояний в твердых телах.

Распределение электронов проводимости в металлах по импульсам.

Собственная и примесная проводимости полупроводников.

Направленное движение свободных носителей по объему полупроводника.

Дрейфовое и диффузионное движения свободных носителей в полупроводниках.

Подвижность, концентрация и коэффициент диффузии свободных носителей в полупроводниках.

Длина свободного пробега и время жизни свободных носителей.

Фотогальванические и гальваномангнитные эффекты в полупроводниках.

Термоэлектрические эффекты в полупроводниках.

Физическая суть электронного парамагнитного резонанса (ЭПР).

Основные параметры спектральных линий, наблюдаемых в методе ЭПР.

Эффективная масса свободного электрона в металлах и полупроводниках.

Связь между волновым вектором и энергией свободного электрона.

Закон Бугера – Ламберта – Бера.

Фотопроводимость в полупроводниках.

Дифракция рентгеновских лучей в кристаллах: закон Вульфа–Брэггов.

Возможности метода рентгенографии.

Основные термоэлектрические эффекты в цепях, содержащих спаи разнородных проводников (или полупроводников).

Методы контроля материалов, базирующиеся на термоэлектрических эффектах в полупроводниках.

### **Ниже среднего уровень**

Уравнение Шредингера для стационарного и нестационарного состояния квантовой свободной атома

Линейность и эрмитовость операторов физических величин в квантовой физике.

Среднее значение физической величины в квантовой физике.

Одновременная измеримость и неизмеримость физических величин.

Гамильтониан свободной атома, включающий кулоновские взаимодействия электронов друг с другом и с положительным зарядом ядра.

Спектр энергий одноэлектронных состояний атома в приближении сферического электрического поля, действующего на каждый отдельно взятый электрон.

Многоэлектронные состояния свободной атома и принцип Паули.

Свободные электроны в проводящих твердых телах (металлах) и их основные характеристики.

Теплоемкость электронного газа в металлах.

Влияние температуры и освещенности на электропроводность полупроводников.

Закон действующих масс и концентрации свободных носителей в полупроводниках с донорными и акцепторными примесями.

Температурная зависимость проводимости примесных полупроводников.

Физические процессы в полупроводниках, приводящие к эффекту Холла.

Использование эффекта Холла для контроля параметров полупроводников.

Схема измерения ЭДС Холла при постоянном токе и магнитном поле.

Подготовка образцов для измерений ЭДС Холла.

Принципы построения современных спектрометров ЭПР и их основные характеристики.

Физическая природа эффекта насыщения линий спектра ЭПР.  
Метод спинового гамильтониана, используемый при расшифровке спектров ЭПР.  
Общий вид спиновых гамильтонианов для различных групп симметрии кристаллического поля.  
Физическая природа эффекта насыщения линий спектра ЭПР.  
Метод спинового гамильтониана, используемый при расшифровке спектров ЭПР.  
Общий вид спиновых гамильтонианов для различных групп симметрии кристаллического поля.  
Особенности движения свободного электрона в периодическом поле кристаллической решетки.  
Причины появления запрещенных зон на зонных диаграммах полупроводников.  
Уровни энергии свободных носителей заряда и примесные уровни энергии.  
Экситонные состояния в полупроводниках.  
Спектр энергии экситонных состояний.  
Световые потоки в образце полупроводника при многократном отражении.  
Поглощение света свободными носителями в полупроводнике.  
Блок-схема рентгеновского дифрактометра и принцип его работы.  
Методы контроля материалов, базирующиеся на термоэлектрических эффектах в полупроводниках.  
Эффект Зеебека: физические причины возникновения термоэлектродвижущей силы.  
Эффект Пельтье: влияние электрического тока, протекающего через цепь, содержащую спай разнородных проводников.  
Физическая суть эффекта Томсона в проводящих материалах.

### Средний уровень

Спектр энергий и волновые функции стационарной квантовой системы.  
Свойства операторов физических величин в квантовой физике.  
Коммутативность операторов физических величин.  
Особенности сложения операторов физических величин.  
Дифференцирование операторов физических величин.  
Общий вид волнового уравнения и гамильтониан квантовой системы.  
Теория возмущений, зависящих и не зависящих от времени.  
Собственные значения гамильтониана свободного атома, включающего только кулоновские взаимодействия электронов с положительным зарядом ядра.  
Результаты приближенного расчета собственных значений гамильтониана свободного атома, полученные с учетом кулоновских взаимодействий электронов с положительным зарядом ядра и друг с другом.  
Влияние кристаллического поля на состояния атома в кристаллической решетке.  
Распределение электронов проводимости в металлах по энергиям в соответствии с квантовой статистикой Ферми-Дирака.  
Функция распределения Ферми-Дирака и вид его графиков при различных температурах.  
Влияние температуры на распределение электронов проводимости по энергиям.  
Зонные диаграммы и температурные зависимости концентраций свободных носителей заряда беспримесных полупроводников.  
Макроскопические (усредненные) характеристики свободных носителей в полупроводниках: подвижность, концентрация, коэффициент диффузии, длина свободного пробега, время жизни.

Уравнения непрерывности для свободных носителей заряда в полупроводниках.

Уравнение Пуассона.

Двухзондовый кондуктометрический метод контроля электротранспортных свойств полупроводников и металлов.

Четырехзондовый гальваномагнитный метод контроля физических параметров полупроводников.

Блок-схема установки контроля материалов методом Холла.

Проблема геометрии образцов и надежности контактов в методе Холла.

Способ исключения влияния контактных сопротивлений на результаты измерения ЭДС Холла.

Способы устранения неэквивалентности холловских контактов.

Физическая природа магниторезистивного, поперечного термогальваномагнитного и поперечного термомагнитного эффектов.

Блок-схема современного спектрометра ЭПР стационарного типа.

Блок-схема современного импульсного спектрометра ЭПР.

Величина мощности СВЧ излучения, поглощаемого в методе ЭПР исследуемым образцом.

Вид операторов спинового гамильтониана, связанные с взаимодействиями различной природы.

Операторы зеемановского взаимодействия электронного момента парамагнитного центра с внешним постоянным магнитным полем.

Оптические резонансные переходы между локализованными состояниями внутри запрещенной зоны.

Особенности межзонных оптических резонансных переходов.

Основные оптические характеристики полупроводников: показатель преломления, показатель экстинкции.

Поглощение света вследствие ионизация примесных атомов в твердотельном материале.

Собственное поглощение света в прямозонных и непрямозонных полупроводниках.

Примесное поглощение света в полупроводниках.

Эффекты, связанные с температурной зависимостью уровня Ферми в проводящих материалах.

Эффекты, связанные с диффузией свободных носителей по объему проводящего материала в условиях наличия там температурного градиента.

Эффекты в проводящих материалах, связанные с увлечением свободных носителей заряда.

Схема прибора для определения коэффициента Зеебека.

Возможность контроля температурной зависимости энергии Ферми методом термо-ЭДС.

### Высокий уровень

Принципы расчета приближенных значений энергий и поправок к волновым функциям квантовой системы, основное состояние которой является невырожденным.

Расчет приближенных значений энергий и поправок к волновым функциям квантовой системы, находящейся в вырожденном состоянии.

Случаи сильного и слабого кристаллического поля: особенности расчетов.

Операторы кристаллического поля, определенные в пределах основного орбитального термина.

Одновременный учет влияний кристаллического поля и спин-орбитального взаимодействия на состояния атома в кристалле.

Вырожденный и невырожденный газ в проводящих материалах (металлах и полупроводниках).

Квантовые модели электронов проводимости: приближения слабой и сильной связи.

Фундаментальная система уравнений, полученная на базе зонной теории твердых тел.

Четырехзондовый кондуктометрический метод контроля электротранспортных свойств полупроводников и металлов.

Блок-схема установки для измерения ЭДС Холла при переменном токе и переменном магнитном поле.

Определение концентрации доноров и акцепторов по температурной зависимости концентрации носителей заряда

Вид спектра ЭПР в случае парамагнитных центров с электронными спиновыми моментами  $S=1/2$ ,  $S=1$ ,  $S=3/2$  и  $S=2$  в кристаллах с кристаллической решеткой кубической симметрии.

Угловые зависимости в спектрах ЭПР кристаллических образцов с кристаллической решеткой тетрагональной симметрии.

Матричные элементы операторов, описывающих взаимодействие валентных электронов парамагнитного центра с кристаллическим полем.

Процедура вычисления относительных интенсивностей линий спектра ЭПР в случае парамагнитных центров с  $S > 1/2$ .

Поглощение света на оптических колебаниях кристаллической решетки твердых тел.

Экситонное поглощение света в прямозонных и непрямозонных полупроводниках.

Проявления эффекта Франца-Келдыша в оптических спектрах полупроводников.

Современные методы съемки рентгеновских дифрактограмм.

Методика расшифровки рентгенограмм.

Относительные интенсивности и взаимное расположение рефлексов на рентгенограммах.

Определение качественного фазового состава вещества методом рентгеноструктурного анализа.

Диаграмма энергетических уровней на контакте полупроводника с металлом.

Температурная зависимость уровня Ферми в полупроводниках  $n$ -типа и  $p$ -типа.

Блок-схема установки для исследования температурной зависимости коэффициента термо-ЭДС.

### Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации

Оценка	Баллы (баллы полученные в течении семестра, 40 баллов максимально за экзамен)
Удовлетворительно	55-69
Хорошо	70-84
Отлично	85-100

При выставлении баллов за экзамен учитываются следующие критерии: Например, каждый верный ответ на задание дает возможность обучающемуся получить 1 балл.

### **Максимальное количество баллов за теоретический ответ и практическое задание – 40 баллов**

При выставлении баллов за ответы на задания в билете учитываются следующие критерии:

1. Правильность выполнения практического задания
2. Владение методами и технологиями, запланированными в рабочей программе дисциплины
3. Владение специальными терминами и использование их при ответе.
4. Умение объяснять, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы
5. Логичность и последовательность ответа
6. Демонстрация способности участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем

От 36 до 40 баллов оценивается ответ, который показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа.

От 32 до 35 баллов оценивается ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна – две неточности в ответе.

От 30 до 31 баллов оценивается ответ, свидетельствующий, в основном, о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа.