



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ ТЕЛ***

Направление подготовки (специальность)  
03.03.02 ФИЗИКА

Уровень высшего образования - бакалавриат  
Программа подготовки - академический бакалавриат

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт естествознания и стандартизации
Кафедра	Физики
Курс	3
Семестр	5, 6

Магнитогорск  
2020 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 ФИЗИКА (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 07.08.2014 г. № 937)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Физики  
06.02.2020, протокол № 5

Зав. кафедрой  М.Б. Аркулис

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС  
17.02.2020 г. протокол № 6

Председатель  И.Ю. Мезин

Рабочая программа составлена:

ст. преподаватель кафедры Физики,  Е.А. Игнатьева

Рецензент:

зав. кафедрой ВТиП, д-р техн. наук  О.С. Логунова

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Б. Аркулис

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Б. Аркулис

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Б. Аркулис

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Б. Аркулис

### 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

–формирование знаний о структуре и свойствах твердых тел, определяющих их применение как конструкционных материалов в перспективных нанотехнологических разработках;

–освоение способов теоретического описания процессов, происходящих в твердых телах и полупроводниковых гетероструктурах при воздействии на них электрических полей;

–приобретение навыков проектирования и расчета нанотехнологических конструкций и узлов на основе твердотельных гетероструктур, применяемых в электронном, медико-биологическом, космическом и специальном приборостроении.

### 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Электрофизические свойства твердых тел входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Общая физика

Общий физический практикум

Теоретическая физика

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Общая физика

Общий физический практикум

Проектная деятельность

Теоретическая физика

Методы математической физики

### 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Электрофизические свойства твердых тел» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ОПК-1 способностью использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук	
Знать	<ul style="list-style-type: none"><li>- основные определения и понятия, используемые при формулировке основных законов физики;</li><li>- основные методы исследований, используемых в современной экспериментальной физике;</li><li>- определения основных понятий;</li><li>- основные законы физики и правила применения их;</li><li>- определения процессов, протекающих в изучаемых явлениях и лежащих в основе изучаемого физического феномена.</li></ul>

Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>- выделять важные содержательные стороны изучаемого явления, про-цесса, свойства;</li> <li>- обсуждать способы эффективного решения возникающих физических проблем;</li> <li>- распознавать эффективное решение от не эффективного решения;</li> <li>- объяснять (выявлять и строить) типичные модели формулируемых за-дач;</li> <li>- применять физические знания в профессиональной деятельности; ис-пользовать их на междисциплинарном уровне;</li> <li>- приобретать знания в области смежных с физикой наук;</li> <li>- корректно выражать и аргументировано обосновывать положения физи-ческой области знания.</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>- способами оценивания значимости и практической пригодности полученных результатов;</li> <li>- возможностью междисциплинарного применения физического знания;</li> <li>- основными методами решения задач;</li> <li>- языком физической области знания;</li> <li>- способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды.</li> </ul>
ОПК-3 способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>- основные методы решения физических задач;</li> <li>- особенности и аспекты применения основ физики в системе экономических знаний;</li> <li>- базовые методы анализа веществ и материалов (включая наноматериалы) и протекающие при их получении и эксплуатации процессов</li> </ul>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>- применять знания о базовых методах анализа веществ и материалов и протекающих при их получении и эксплуатации процессов и интерпретировать полученные результаты;</li> <li>- решать физические задачи на основе теоретических знаний</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками использования базовых методов анализа веществ и материалов и протекающих при их получении и эксплуатации процессов с корректной интерпретацией полученных результатов;</li> <li>- навыками решения практических физических задач.</li> </ul>
ПК-3 готовностью применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>- основные определения и понятия, используемые при формулировке задач физики;</li> <li>- основные методы исследований, используемых в современной теоре-тической и экспериментальной физике;</li> <li>- определения основных понятий, называть их структурные характери-стики;</li> <li>- основные законы физики и правила применения их;</li> <li>- определения процессов, протекающих в изучаемых явлениях и лежа-щих в основе изучаемого физического феномена.</li> </ul>

Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>- выделять важные содержательные стороны изучаемого явления, про-цесса, свойства;</li> <li>- обсуждать способы эффективного решения возникающих физических проблем;</li> <li>- распознавать эффективное решение от не эффективного решения;</li> <li>- объяснять (выявлять и строить) типичные модели формулируемых за-дач;</li> <li>- применять физические знания в профессиональной деятельности; ис-пользовать их на междисциплинарном уровне;</li> <li>- приобретать знания в области смежных с физикой наук; корректно выразить и аргументировано обосновывать положения физической области знания.</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>- практическими навыками использования элементов исследователь-ской работы на других дисциплинах, на занятиях в аудитории и на произ-водственной практике;</li> <li>- способами демонстрации умения анализировать ситуацию в конкрет-ном исследовании;</li> <li>- методами исследовательской работы – компьютерными моделями, экспериментальными установками, оценкой погрешности измерений;</li> <li>- навыками и методиками обобщения результатов исследования, экспе-риментальной работы;</li> <li>- способами оценивания значимости и практической пригодности полученных результатов;</li> <li>- возможностью междисциплинарного применения экспериментальных и расчётных результатов;</li> <li>- основными методами исследования в области физики, практическими умениями и навыками их использования в практической работе;</li> <li>- основными методами решения задач в области физического экспери-мента;</li> <li>- профессиональным языком физической области знания;</li> <li>- способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды.</li> </ul>

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц 180 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 69,9 акад. часов;
- аудиторная – 68 акад. часов;
- внеаудиторная – 1,9 акад. часов
- самостоятельная работа – 110,1 акад. часов;

Форма аттестации - зачет, зачет с оценкой

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Раздел 1								
1.1 Понятие о зонной теории твердых тел. Основные характеристики электропроводности	5	2		2	4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Решение задач	Устный опрос, проверка конспекта. Решение задач	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3
1.2 Классификация веществ по электропроводности на основе зонной модели: металлы, диэлектрики и полупроводники по зонной теории		4		4/ИИ	8	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Решение задач	Устный опрос, проверка конспекта. Решение задач	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3
1.3 Собственная и примесная проводимость полупроводников		4		4/ИИ	8	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Решение задач	Устный опрос, проверка конспекта. Решение задач	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3
1.4 Фотопроводимость. Люминесценция твердых тел.		4		4/ИИ	8	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Решение задач	Устный опрос, проверка конспекта. Решение задач	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3
1.5 Контакт двух металлов по зонной теории		4		4/ИИ	7	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Решение задач	Устный опрос, проверка конспекта. Решение задач	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3
Итого по разделу		18		18/ИИ	35			
Итого за семестр		18		18/ИИ	35		зачёт	
2. Раздел 2								

2.1 Высокотемпературная сверхпроводимость в керамических материалах	6	4		4/ИИ	18	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Решение задач	Устный опрос, проверка конспекта. Решение задач	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3
2.2 Термоэлектрические явления и их применение		4		4/ИИ	18	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Решение задач	Устный опрос, проверка конспекта. Решение задач	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3
2.3 Диэлектрики в переменных электрических полях. Диэлектрики с особыми свойствами		4		4/ИИ	20	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Решение задач	Устный опрос, проверка конспекта. Решение задач	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3
2.4 Электрические и магнитные свойства наноструктур и их применение в наноустройствах		4		4/ИИ	19,1	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Решение задач	Устный опрос, проверка конспекта. Решение задач	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3
Итого по разделу		16		16/4И	75,1			
Итого за семестр		16		16/4И	75,1		зао	
Итого по дисциплине		34		34/8И	110,1		зачет, зачет с оценкой	ОПК-1,ОПК-3,ПК-3



## 5 Образовательные технологии

1. Традиционные образовательные технологии ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

2. Технологии проблемного обучения – организация образовательного процесса, которая предполагает постановку проблемных вопросов, создание учебных проблемных ситуаций для стимулирования активной познавательной деятельности студентов.

Формы учебных занятий с использованием технологий проблемного обучения:

Проблемная лекция – изложение материала, предполагающее постановку проблемных и дискуссионных вопросов, освещение различных научных подходов, авторские комментарии, связанные с различными моделями интерпретации изучаемого материала.

Практическое занятие в форме практикума – организация учебной работы, направленная на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от студента применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков.

Практическое занятие на основе кейс-метода – обучение в контексте моделируемой ситуации, воспроизводящей реальные условия научной, производственной, общественной деятельности. Обучающиеся должны проанализировать ситуацию, разобраться в сути проблем, предложить возможные решения и выбрать лучшее из них. Кейсы базируются на реальном фактическом материале или же приближены к реальной ситуации.

3. Интерактивные технологии – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе лично значимого для них образовательного результата. Наряду со специализированными технологиями такого рода принцип интерактивности прослеживается в большинстве современных образовательных технологий. Интерактивность подразумевает субъект-субъектные отношения в ходе образовательного процесса и, как следствие, формирование саморазвивающейся информационно-ресурсной среды.

Формы учебных занятий с использованием специализированных интерактивных технологий:

Лекция «обратной связи» – лекция–провокация (изложение материала с заранее за-планированными ошибками), лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-пресс-конференция.

4. Информационно-коммуникационные образовательные технологии – организация образовательного процесса, основанная на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией.

Формы учебных занятий с использованием информационно-коммуникационных технологий:

Лекция-визуализация – изложение содержания сопровождается презентацией (де-монстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов).

Практическое занятие в форме презентации – представление результатов

проектной или исследовательской деятельности с использованием специализированных программных сред

#### **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

#### **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

#### **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

##### **а) Основная литература:**

1. Иродов, И. Е. Электромагнетизм. Основные законы : учебное пособие / И. Е. Иродов. — 8-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2013. — 319 с. — ISBN 978-5-9963-2256-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/56905> (дата обращения: 16.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей..

2. Савельев, И. В. Курс общей физики : учебное пособие : в 5 томах / И. В. Савельев. — 5-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. — Том 2 : Электричество и магнетизм — 2011. — 352 с. — ISBN 978-5-8114-1208-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/705> (дата обращения: 16.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

##### **б) Дополнительная литература:**

1. Алешкевич, В. А. Электромагнетизм : учебник / В. А. Алешкевич. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2014. — 404 с. — ISBN 978-5-9221-1555-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/59683> (дата обращения: 16.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Аплеснин, С. С. Магнитные и электрические свойства сильнокоррелированных магнитных полупроводников с четырехспиновым взаимодействием и с орбитальным упорядочением : монография / С. С. Аплеснин. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2013. — 169 с. — ISBN 978-5-9221-1492-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/48300> (дата обращения: 16.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

##### **в) Методические указания:**

Представлены в приложении

##### **г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

### Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно	бессрочно
Программное обеспечение для анализа микроструктуры поверхности твердых тел	К-76-14 от 17.11.2014	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	<a href="http://webofscience.com">http://webofscience.com</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных	<a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a>

### 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Лекционная аудитория и

Лаборатория электричества и магнетизма

1. Мультимедийные обучающие программы и электронные учебники
2. Тематические видеофильмы, DVD по физике
3. Мультимедийная доска
4. Экспозиционный экран
5. Персональный компьютер со звуковой картой и программами Word, Excel
8. Мультимедийный проектор

Научно-образовательный центр по изучению наноструктурных углеродных материалов МГТУ. «НАНО-МГТУ»

1. ИК-Фурье спектрофотометр.
2. УФ-спектрофотометр.
3. Приставки для исследования объектов методами пропускания, зеркального и диффузного отражения (см. методическое описание приставок к ИК-Фурье спектрофотометру)

## Приложение 1. «Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся»

В ходе выполнения самостоятельной работы по данному курсу, студенты должны научиться воспринимать сведения на слух, фиксировать информацию в виде записей в тетрадях, работать с письменными текстами, самостоятельно извлекая из них полезные сведения и оформляя их в виде тезисов, конспектов, систематизировать информацию в виде заполнения таблиц, составления схем. Важно научиться выделять главные мысли в лекции преподавателя либо в письменном тексте; анализировать явления; определять свою позицию к полученным на занятиях сведениям, четко формулировать ее; аргументировать свою точку зрения: высказывать оценочные суждения; осуществлять самоанализ. Необходимо учиться владеть устной и письменной речью; вести диалог; участвовать в дискуссии; раскрывать содержание изучаемой проблемы в монологической речи; выступать с сообщениями и докладами.

**Конспект лекции.** Смысл присутствия студента на лекции заключается во включении его в активный процесс слушания, понимания и осмысления материала, подготовленного преподавателем. Этому способствует конспективная запись полученной информации, с помощью которой в дальнейшем можно восстановить основное содержание прослушанной лекции.

Для успешного выполнения этой работы советуем:

- подготовить отдельные тетради для каждого предмета. Запись в них лучше вести на одной стороне листа, чтобы позднее на чистой странице записать дополнения, уточнения, замечания, а также собственные мысли. С помощью разноцветных ручек или фломастеров можно будет выделить заголовки, разделы, термины и т.д.

- не записывать подряд все, что говорит лектор. Старайтесь вначале выслушать и понять материал, а затем уже зафиксировать его, не упуская основных положений и выводов. Сохраняйте логику изложения. Обратите внимание на необходимость точной записи определений и понятий.

- оставить место на странице свободным, если не успели осмыслить и записать часть информации. По окончании занятия с помощью однокурсников, преподавателя или учебника вы сможете восстановить упущенное.

- уделять внимание грамотному оформлению записей. Научитесь графически ясно и удобно располагать текст: вычленять абзацы, подчеркивать главные мысли, ключевые слова, помещать выводы в рамки и т.д. Немаловажное значение имеет и четкая структура лекции, в которую входит план, логически выстроенная конструкция освещения каждого пункта плана с аргументами и доказательствами, разъяснениями и примерами, а также список литературы по теме.

- научиться писать разборчиво и быстро. Чтобы в дальнейшем не тратить время на расшифровку собственных записей, следите за аккуратностью почерка, не экономьте бумагу за счет уплотнения текста. Конспектируя, пользуйтесь общепринятыми сокращениями слов и условными знаками, если есть необходимость, то придумайте собственные сокращения.

- уметь быстро и четко переносить в тетрадь графические рисунки и таблицы. Для этих целей приготовьте прозрачную линейку, карандаш и резинку. Старайтесь как можно точнее скопировать изображение с доски. Если наглядный материал трудно воспроизводим в условиях лекции, то сделайте его словесное описание с обобщающими выводами.

- просмотреть свои записи после окончания лекции. Подчеркните и отметьте разными цветами фломастера важные моменты в записях. Исправьте неточности, внесите необходимые дополнения. Не тратьте время на переписывание конспекта, если он оказался не совсем удачным. Совершенствуйтесь, записывая последующие лекции.

**Подготовка к семинарским занятиям.** Семинар – один из основных видов практических занятий. Он предназначен для углубленного изучения отдельных тем и

курсов. По форме проведения семинары обычно представляют собой решение задач, обсуждение докладов, беседу по плану или дискуссию по проблеме.

Подготовка к занятиям заключается, прежде всего, в освоении того теоретического материала, который выносится на обсуждение. Для этого необходимо в первую очередь перечитать конспект лекции или разделы учебника, в которых присутствует установочная информация. Изучение рекомендованной литературы необходимо сделать максимально творчески – не просто укладывая в память новые сведения, а осмысливая и анализируя материал. Закрепить свои знания можно с помощью записей, выписок или тезисного конспекта.

Если семинар представлен докладами, то основная ответственность за его проведение лежит на докладчиках. Однако роль остальных участников семинара не должна быть пассивной. Студенты, прослушав доклад, записывают кратко главное его содержание и задают выступающему уточняющие вопросы. Чем более основательной была домашняя подготовка по теме, тем активнее происходит обсуждение проблемных вопросов. На семинаре всячески поощряется творческая, самостоятельная мысль, дается возможность высказать критические замечания.

Беседа по плану представляет собой заранее подготовленное совместное обсуждение вопросов темы каждым из участников. Эта форма потребует от студентов не только хорошей самостоятельной проработки теоретического материала, но и умение участвовать в коллективной дискуссии: кратко, четко и ясно формулировать и излагать свою точку зрения перед сокурсниками, отстаивать позицию в научном споре, присоединяться к чужому мнению или оппонировать другим участникам.

**Доклад** представляет собой устную форму сообщения информации. Он используется в вузе на семинарских занятиях и на научных студенческих конференциях.

Подготовка доклада осуществляется в два этапа: написание письменного текста на заданную тему и подготовка устного выступления перед аудиторией слушателей с освещением этой темы. Письменный доклад оформляется как реферат.

При работе над докладом следует учесть некоторые специфические особенности:

- Объем доклада должен согласовываться со временем, отведенным для выступления.

- При выборе темы нужно учитывать не только собственные интересы, но и интересы потенциальных слушателей. Ваше сообщение необходимо согласовывать с уровнем знаний и потребностей публики.

- Подготовленный текст доклада должен хорошо восприниматься на слух. Даже если отобранный вами материал сложен и неоднозначен, говорить желательно просто и ясно, не перегружая речь наукообразными оборотами и специфическими терминами.

Следует отметить, что иногда преподаватель не требует от студентов письменного варианта доклада и оценивает их работу исключительно по устному выступлению. Но значительно чаще письменный доклад проверяется и его качество также оценивается в баллах. Вне зависимости от того, нужно или не нужно будет сдавать на проверку текст будущего выступления, советуем не отказываться от письменной записи доклада. Это поможет избежать многих ошибок, которые случаются во время устной импровизации: отклонение от темы, нарушения логической последовательности, небрежное обращение с цитатами, злоупотребление деталями и т.д. Если вы хорошо владеете навыками свободной речи и обладаете высокой культурой мышления, то замените письменный доклад составлением тезисного плана. С его помощью зафиксируйте основные мысли и идеи, выстройте логику повествования, отберите яркие и точные примеры, сформулируйте выводы.

**Презентация** – современный способ устного или письменного представления информации с использованием мультимедийных технологий.

Существует несколько вариантов презентаций.

- Презентация с выступлением докладчика
- Презентация с комментариями докладчика

- Презентация для самостоятельного просмотра, которая может демонстрироваться перед аудиторией без участия докладчика.

### **Подготовка к зачёту.**

Готовиться к зачёту нужно заранее и в несколько этапов. Для этого:

- Просматривайте конспекты лекций сразу после занятий. Бегло просматривайте конспекты до начала следующего занятия. Это позволит «освежить» предыдущую лекцию и подготовиться к восприятию нового материала.
- Каждую неделю отводите время для повторения пройденного материала. Непосредственно при подготовке:
  - Упорядочьте свои конспекты, записи, задания.
  - Прикиньте время, необходимое вам для повторения каждой части (блока) материала, выносимого на зачет.
  - Составьте расписание с учетом скорости повторения материала, для чего
  - Разделите вопросы для зачёта на знакомые (по лекционному курсу, семинарам, конспектированию), которые потребуют лишь повторения и новые, которые придется осваивать самостоятельно. Начните с тем хорошо вам известных и закрепите их с помощью конспекта и учебника. Затем пополните свой теоретический багаж новыми знаниями, обязательно воспользовавшись рекомендованной литературой.
- Правильно используйте консультации, которые проводит преподаватель. Приходите на них с заранее проработанными самостоятельно вопросами. Вы можете получить разъяснение по поводу сложных, не до конца понятых тем, но не рассчитывайте во время консультации на исчерпывающую информации по содержанию всего курса.

### **Задачи для самостоятельного решения**

1. Удельная проводимость  $\gamma$  кремния с примесями равна  $112 \text{ См/м}$ . Определить подвижность  $\nu_p$  дырок и их концентрацию  $n_p$ , если постоянная Холла  $R_H = 3,66 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{Кл}$ . Принять, что полупроводник обладает только дырочной проводимостью.
2. Электроны в металле находятся при температуре  $T=0 \text{ К}$ . Найти относительное число  $\Delta N/N$  свободных электронов, кинетическая энергия которых отличается от энергии Ферми не более чем на 2 %.
3. Собственный полупроводник (германий) имеет при некоторой температуре удельное сопротивление  $\rho = 0,48 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ . Определить концентрацию  $n$  носителей заряда, если подвижности  $\nu_n$  и  $\nu_p$  электронов и дырок соответственно равны  $0,36$  и  $0,16 \text{ м}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$ .
4. Определить концентрацию  $n$  свободных электронов в металле при температуре  $T=0 \text{ К}$ . Энергию Ферми  $\epsilon$  принять равной  $1 \text{ эВ}$ .
5. Полупространство, заполненное однородным изотропным диэлектриком с проницаемостью  $\epsilon$ , ограничено проводящей плоскостью. На расстоянии  $l$  от этой плоскости в диэлектрике находится небольшой металлический шарик, имеющий заряд  $q$ . Найти поверхностную плотность связанных зарядов на границе с проводящей плоскостью как функцию расстояния  $r$  от шарика.
6. Круглый диэлектрический диск радиуса  $R$  и толщины  $d$  поляризован статически так, что поляризованность, равная  $P$ , всюду одинакова и вектор  $P$  лежит в плоскости диска. Найти напряженность  $E$  электрического поля в центре диска, если  $d \ll R$ .
7. Найти суммарный импульс электронов в прямом проводе длины  $l = 1000 \text{ м}$ , по которому течет ток  $I = 70 \text{ А}$ .
8. Оценить температуру  $T_{кр}$  вырождения для калия, если принять, что на каждый атом приходится по одному свободному электрону. Плотность  $\rho$  калия  $860 \text{ кг/м}^3$ .
9. Во сколько раз число свободных электронов, приходящихся на один атом металла при  $T=0$ , больше в алюминий, чем в меди, если уровни Ферми соответственно равны  $E_{f,1} = 11,7 \text{ эВ}$ ,  $E_{f,2} = 7,0 \text{ эВ}$ ?

10. В германий часть атомов замещена атомами сурьмы. Рассматривая дополнительный электрон примесного атома по модели Бора, оценить его энергию  $E$  связи и радиус  $r$  орбиты. Диэлектрическая проницаемость  $\epsilon$  германия равна 16.

11. Удельная проводимость  $\sigma$  кремния с примесями равна  $112 \text{ См/м}$ . Определить подвижность  $\mu_p$  дырок и их концентрацию  $p$ , если постоянная Холла  $R_H = 3,66 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{Кл}$ . Принять, что полупроводник обладает только дырочной проводимостью.

12. Собственный полупроводник (германий) имеет при некоторой температуре удельное сопротивление  $\rho = 0,480 \text{ м}\cdot\text{м}$ . Определить концентрацию  $n$  носителей заряда, если подвижности  $\mu_n$  и  $\mu_p$  электронов и дырок соответственно равны  $0,36$  и  $0,16 \text{ м}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$ .

13. Зная распределение  $dn(v)$  электронов в металле по скоростям, выразить через максимальную скорость  $U_{\text{max}}$  электронов в металле. Металл находится при  $T=0\text{К}$ .

14. Выразить среднюю квадратичную скорость электронов в металле при  $T=0\text{К}$  через максимальную скорость  $U_{\text{max}}$  электронов. Функцию распределения электронов по скоростям считать известной.

15. Металл находится при температуре  $T=0\text{К}$ . Определить, во сколько раз число электронов со скоростями от  $U_{\text{max}}/2$  до  $U_{\text{max}}$  больше числа электронов со скоростями от  $0$  до  $U_{\text{max}}/2$ .



## Приложение 2 «Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации»

### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<p><b>ОПК-1</b> - способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук</p>		
<p>Знать</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– основные определения и понятия, используемые при формулировке основных законов физики;</li> <li>– основные методы исследований, используемых в современной экспериментальной физике;</li> <li>– определения основных понятий;</li> <li>– основные законы физики и правила применения их; определения процессов, протекающих в изучаемых явлениях и лежащих в основе изучаемого физического феномена.</li> </ul>	<p><b>Теоретические вопросы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Свойства электрических зарядов.</li> <li>2. Закон Кулона в “полевой” форме.</li> <li>3. Плотность заряда (поверхностная, линейная, объемная).</li> <li>4. Отличие поля от вещества.</li> <li>5. Поле – однородно, если оно не зависит от.....</li> <li>6. Поле – постоянно, если оно не зависит от.....</li> <li>7. Поле – вихревое, если.....</li> <li>8. Способы описания электрического поля. Преимущества и недостатки.</li> <li>9. В чем состоит различие между диэлектриками, сегнетоэлектриками и антисегнетоэлектриками.</li> <li>10. Что такое диэлектрические потери, чем они вызваны и как можно их уменьшить в материале, который предполагается использовать в качестве электроизолятора.</li> <li>11. Какова подвижность носителей в органических полупроводниках в сравнении с подвижностью в неорганических.</li> <li>12. Какие из характеристик металлов и полупроводников определяют вид температурной зависимости удельной электропроводности.</li> </ol>
<p>Уметь</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– выделять важные содержательные стороны изучаемого процесса, свойства;</li> <li>– обсуждать способы эффективного решения возникающих физических проблем;</li> <li>– распознавать эффективное решение от не эффективного решения;</li> <li>– объяснять (выявлять и строить) типичные модели формулируемых задач;</li> <li>– применять физические знания в профессиональной деятельности; использовать их на междисциплинарном уровне;</li> <li>– приобретать знания в области смежных с физикой наук;</li> <li>– корректно выражать и аргументировано обосновывать положения физической области знания.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Удельная проводимость <math>\gamma</math> кремния с примесями равна 112 См/м. Определить подвижность <math>b_p</math> дырок и их концентрацию <math>n_p</math>, если постоянная Холла <math>R_H = 3,66 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{Кл}</math>. Принять, что полупроводник обладает только дырочной проводимостью.</li> <li>2. Электроны в металле находятся при температуре <math>T=0 \text{ К}</math>. Найти относительное число <math>\Delta N/N</math> свободных электронов, кинетическая энергия которых отличается от энергии Ферми не более чем на 2 %.</li> <li>3. Собственный полупроводник (германий) имеет при некоторой температуре удельное сопротивление <math>\rho = 0,48 \text{ Ом} \cdot \text{м}</math>. Определить концентрацию <math>n</math> носителей заряда, если подвижности <math>b_n</math> и <math>b_p</math> электронов и дырок соответственно равны 0,36 и 0,16 <math>\text{м}^2/(\text{В} \cdot \text{с})</math>.</li> <li>4. Определить концентрацию <math>n</math> свободных электронов в металле при температуре <math>T=0 \text{ К}</math>. Энергию Ферми <math>\epsilon</math> принять равной 1 эВ.</li> <li>5. Полупространство, заполненное однородным изотропным диэлектриком с проницаемостью <math>\epsilon</math>, ограничено проводящей плоскостью. На расстоянии <math>l</math> от этой плоскости в диэлектрике находится небольшой металлический шарик, имеющий заряд <math>q</math>. Найти поверхностную плотность связанных зарядов на границе с проводящей плоскостью как функцию расстояния <math>r</math> от шарика.</li> <li>6. Круглый диэлектрический диск радиуса <math>R</math> и толщины <math>d</math> поляризован статически так, что поляризованность, равная <math>P</math>, всюду одинакова и вектор <math>P</math> лежит в плоскости диска. Найти напряженность <math>E</math> электрического поля в центре диска, если <math>d \ll R</math>.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>7. Найти суммарный импульс электронов в прямом проводе длины <math>l = 1000</math> м, по которому течет ток <math>I = 70</math> А.</p> <p>8. Оценить температуру <math>T_{кр}</math> вырождения для калия, если принять, что на каждый атом приходится по одному свободному электрону. Плотность <math>\rho</math> калия <math>860</math> кг/м<sup>3</sup>.</p>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>– способами оценивания значимости и практической пригодности полученных результатов;</li> <li>– возможностью междисциплинарного применения физического знания;</li> <li>– основными методами решения задач;</li> <li>– языком физической области знания;</li> <li>– способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды.</li> </ul>	<p>1. Во сколько раз число свободных электронов, приходящихся на один атом металла при <math>T=0</math>, больше в алюминий, чем в меди, если уровни Ферми соответственно равны <math>E_{f,1}=11,7</math>эВ, <math>E_{f,2}=7,0</math>эВ?</p> <p>2. В германий часть атомов замещена атомами сурьмы. Рассматривая дополнительный электрон примесного атома по модели Бора, оценить его энергию <math>E</math> связи и радиус <math>r</math> орбиты. Диэлектрическая проницаемость <math>\epsilon</math> германия равна <math>16</math>.</p> <p>3. Удельная проводимость <math>\gamma</math> кремния с примесями равна <math>112</math> См/м. Определить подвижность <math>\mu_p</math> дырок и их концентрацию <math>n_p</math>, если постоянная Холла <math>R_H=3,66 \cdot 10^{-4}</math> м<sup>3</sup>/Кл. Принять, что полупроводник обладает только дырочной проводимостью.</p> <p>4. Собственный полупроводник (германий) имеет при некоторой температуре удельное сопротивление <math>\rho=0,480</math> м*м. Определить концентрацию <math>n</math> носителей заряда, если подвижности <math>\mu_n</math> и <math>\mu_p</math> электронов и дырок соответственно равны <math>0,36</math> и <math>0,16</math> м<sup>2</sup>/(В*с).</p> <p>5. Зная распределение <math>dn(v)</math> электронов в металле по скоростям, выразить через максимальную скорость <math>U_{max}</math> электронов в металле. Металл находится при <math>T=0</math>К.</p> <p>6. Выразить среднюю квадратичную скорость электронов в металле при <math>T=0</math>К через максимальную скорость <math>U_{max}</math> электронов. Функцию распределения электронов по скоростям считать известной.</p> <p>7. Металл находится при температуре <math>T=0</math>К. Определить, во сколько раз число электронов со скоростями от <math>U_{max}/2</math> до <math>U_{max}</math> больше числа электронов со скоростями от <math>0</math> до <math>U_{max}/2</math>.</p>
<b>ОПК-3</b> - способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>– основные методы решения физических задач;</li> <li>– особенности и аспекты применения основ физики в системе экономических знаний;</li> <li>– базовые методы анализа веществ и материалов (включая наноматериалы) и протекающие при их получении и эксплуатации процессы</li> </ul>	<p><b>Теоретические вопросы</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Свойства электрических зарядов.</li> <li>2. Закон Кулона в “полевой” форме.</li> <li>3. Плотность заряда (поверхностная, линейная, объемная).</li> <li>4. Отличие поля от вещества.</li> <li>5. Поле – однородно, если оно не зависит от.....</li> <li>6. Поле – постоянно, если оно не зависит от.....</li> <li>7. Поле – вихревое, если.....</li> <li>8. Способы описания электрического поля. Преимущества и недостатки.</li> <li>9. В чем состоит различие между диэлектриками, сегнетоэлектриками и антисегнетоэлектриками.</li> <li>10. Что такое диэлектрические потери, чем они вызваны и как можно их уменьшить в материале, который предполагается использовать в качестве электроизолятора.</li> <li>11. Какова подвижность носителей в органических полупроводниках в сравнении с подвижностью в неорганических.</li> <li>12. Какие из характеристик металлов и полупроводников определяют вид температурной зависимости удельной электропроводности.</li> </ol>
Уметь	- применять знания о	1. Удельная проводимость $\gamma$ кремния с примесями равна

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>базовых методах анализа веществ и материалов и протекающих при их получении и эксплуатации процессов и интерпретировать полученные результаты;</p> <p>- решать физические задачи на основе теоретических знаний</p>	<p>112 См/м. Определить подвижность <math>b_{p\text{дырок}}</math> и их концентрацию <math>n_p</math>, если постоянная Холла <math>R_H=3,66 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{Кл}</math>. Принять, что полупроводник обладает только дырочной проводимостью.</p> <p>2. Электроны в металле находятся при температуре <math>T=0 \text{ К}</math>. Найти относительное число <math>\Delta N/N</math> свободных электронов, кинетическая энергия которых отличается от энергии Ферми не более чем на 2 %.</p> <p>3. Собственный полупроводник (германий) имеет при некоторой температуре удельное сопротивление <math>\rho=0,48 \text{ Ом}\cdot\text{м}</math>. Определить концентрацию <math>n</math> носителей заряда, если подвижности <math>b_n</math> и <math>b_p</math> электронов и дырок соответственно равны 0,36 и 0,16 <math>\text{м}^2/(\text{В}\cdot\text{с})</math>.</p> <p>4. Определить концентрацию <math>n</math> свободных электронов в металле при температуре <math>T=0 \text{ К}</math>. Энергию Ферми <math>\varepsilon</math> принять равной 1 эВ.</p> <p>5. Полупространство, заполненное однородным изотропным диэлектриком с проницаемостью <math>\varepsilon</math>, ограничено проводящей плоскостью. На расстоянии <math>l</math> от этой плоскости в диэлектрике находится небольшой металлический шарик, имеющий заряд <math>q</math>. Найти поверхностную плотность связанных зарядов на границе с проводящей плоскостью как функцию расстояния <math>g</math> от шарика.</p> <p>6. Круглый диэлектрический диск радиуса <math>R</math> и толщины <math>d</math> поляризован статически так, что поляризованность, равная <math>P</math>, всюду одинакова и вектор <math>P</math> лежит в плоскости диска. Найти напряженность <math>E</math> электрического поля в центре диска, если <math>d \ll R</math>.</p> <p>7. Найти суммарный импульс электронов в прямом проводе длины <math>l = 1000 \text{ м}</math>, по которому течет ток <math>I = 70 \text{ А}</math>.</p> <p>8. Оценить температуру <math>T_{\text{кр}}</math> вырождения для калия, если принять, что на каждый атом приходится по одному свободному электрону. Плотность <math>\rho</math> калия 860 <math>\text{кг}/\text{м}^3</math>.</p>
Владеть	<p>- навыками использования базовых методов анализа веществ и материалов и протекающих при их получении и эксплуатации процессов с корректной интерпретацией полученных результатов;</p> <p>- навыками решения практических физических задач.</p>	<p>1. Во сколько раз число свободных электронов, приходящихся на один атом металла при <math>T=0</math>, больше в алюминий, чем в меди, если уровни Ферми соответственно равны <math>E_{f,1}=11,7\text{эВ}</math>, <math>E_{f,2}=7,0\text{эВ}</math>?</p> <p>2. В германий часть атомов замещена атомами сурьмы. Рассматривая дополнительный электрон примесного атома по модели Бора, оценить его энергию <math>E</math> связи и радиус <math>r</math> орбиты. Диэлектрическая проницаемость <math>\varepsilon</math> германия равна 16.</p> <p>3. Удельная проводимость <math>\gamma</math> кремния с примесями равна 112См/м. Определить подвижность <math>b_p</math> дырок и их концентрацию <math>n_p</math>, если постоянная Холла <math>R_H=3,66 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{Кл}</math>. Принять, что полупроводник обладает только дырочной проводимостью.</p> <p>4. Собственный полупроводник (германий) имеет при некоторой температуре удельное сопротивление <math>\rho=0,480 \text{ м}\cdot\text{Ом}</math>. Определить концентрацию <math>n</math> носителей заряда, если подвижности <math>b_n</math> и <math>b_p</math> электронов и дырок соответственно равны 0,36 и 0,16 <math>\text{м}^2/(\text{В}\cdot\text{с})</math>.</p> <p>5. Зная распределение <math>dn(v)</math> электронов в металле по скоростям, выразить через максимальную скорость <math>U_{\text{max}}</math> электронов в металле. Металл находится при <math>T=0\text{К}</math>.</p> <p>6. Выразить среднюю квадратичную скорость электронов в металле при <math>T=0\text{К}</math> через максимальную скорость <math>U_{\text{max}}</math> электронов. Функцию распределения электронов по скоростям считать известной.</p> <p>7. Металл находится при температуре <math>T=0\text{К}</math>. Определить, во сколько раз число электронов со скоростями от <math>U_{\text{max}}/2</math> до</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		Umax больше числа электронов со скоростями от 0 до Umax/2.
<b>ПК-3</b> - способность принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>– основные определения и понятия, используемые при формулировке задач физики;</li> <li>– основные методы исследований, используемых в современной теоретической и экспериментальной физике;</li> <li>– определения основных понятий, называть их структурные характеристики;</li> <li>– основные законы физики и правила применения их;</li> <li>– определения процессов, протекающих в изучаемых явлениях и лежащих в основе изучаемого физического феномена.</li> </ul>	<p><b>Теоретические вопросы</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Свойства электрических зарядов.</li> <li>2. Закон Кулона в “полевой” форме.</li> <li>3. Плотность заряда (поверхностная, линейная, объемная).</li> <li>4. Отличие поля от вещества.</li> <li>5. Поле – однородно, если оно не зависит от.....</li> <li>6. Поле – постоянно, если оно не зависит от.....</li> <li>7. Поле – вихревое, если.....</li> <li>8. Способы описания электрического поля. Преимущества и недостатки.</li> <li>9. В чем состоит различие между диэлектриками, сегнетоэлектриками и антисегнетоэлектриками.</li> <li>10. Что такое диэлектрические потери, чем они вызваны и как можно их уменьшить в материале, который предполагается использовать в качестве электроизолятора.</li> <li>11. Какова подвижность носителей в органических полупроводниках в сравнении с подвижностью в неорганических</li> <li>12. Какие из характеристик металлов и полупроводников определяют вид температурной зависимости удельной электропроводности.</li> </ol>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>– выделять важные содержательные стороны изучаемого явления, процесса, свойства;</li> <li>– обсуждать способы эффективного решения возникающих физических проблем;</li> <li>– распознавать эффективное решение от не эффективного решения;</li> <li>– объяснять (выявлять и строить) типичные модели формулируемых задач;</li> <li>– применять физические знания в профессиональной деятельности; использовать их на междисциплинарном уровне;</li> <li>– приобретать знания в области смежных с физикой наук;</li> <li>– корректно выражать и аргументировано обосновывать положения физической области знания.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Удельная проводимость <math>\gamma</math> кремния с примесями равна 112 См/м. Определить подвижность <math>b_p</math> дырок и их концентрацию <math>n_p</math>, если постоянная Холла <math>R_H = 3,66 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{Кл}</math>. Принять, что полупроводник обладает только дырочной проводимостью.</li> <li>2. Электроны в металле находятся при температуре <math>T = 0 \text{ К}</math>. Найти относительное число <math>\Delta N/N</math> свободных электронов, кинетическая энергия которых отличается от энергии Ферми не более чем на 2 %.</li> <li>3. Собственный полупроводник (германий) имеет при некоторой температуре удельное сопротивление <math>\rho = 0,48 \text{ Ом}\cdot\text{м}</math>. Определить концентрацию <math>n</math> носителей заряда, если подвижности <math>b_n</math> и <math>b_p</math> электронов и дырок соответственно равны 0,36 и 0,16 <math>\text{м}^2/(\text{В}\cdot\text{с})</math>.</li> <li>4. Определить концентрацию <math>n</math> свободных электронов в металле при температуре <math>T = 0 \text{ К}</math>. Энергию Ферми <math>\epsilon</math> принять равной 1 эВ.</li> <li>5. Полупространство, заполненное однородным изотропным диэлектриком с проницаемостью <math>\epsilon</math>, ограничено проводящей плоскостью. На расстоянии <math>l</math> от этой плоскости в диэлектрике находится небольшой металлический шарик, имеющий заряд <math>q</math>. Найти поверхностную плотность связанных зарядов на границе с проводящей плоскостью как функцию расстояния <math>g</math> от шарика.</li> <li>6. Круглый диэлектрический диск радиуса <math>R</math> и толщины <math>d</math> поляризован статически так, что поляризованность, равная <math>P</math>, всюду одинакова и вектор <math>P</math> лежит в плоскости диска. Найти напряженность <math>E</math> электрического поля в центре диска, если <math>d \ll R</math>.</li> <li>7. Найти суммарный импульс электронов в прямом проводе длины <math>l = 1000 \text{ м}</math>, по которому течет ток <math>I = 70 \text{ А}</math>.</li> <li>8. Оценить температуру <math>T_{кр}</math> вырождения для калия, если принять, что на каждый атом приходится по одному свободному электрону. Плотность <math>\rho</math> калия 860 кг/м<sup>3</sup>.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>– практическими навыками использования элементов исследовательской работы на других дисциплинах, на занятиях в аудитории и на производственной практике;</li> <li>– способами демонстрации умения анализировать ситуацию в конкретном исследовании;</li> <li>– методами исследовательской работы – компьютерными моделями, экспериментальными установками, оценкой погрешности измерений;</li> <li>– навыками и методиками обобщения результатов исследования, экспериментальной работы;</li> <li>– способами оценивания значимости и практической пригодности полученных результатов;</li> <li>– возможностью междисциплинарного применения экспериментальных и расчётных результатов;</li> <li>– основными методами исследования в области физики, практическими умениями и навыками их использования в практической работе;</li> <li>– основными методами решения задач в области физического эксперимента;</li> <li>– профессиональным языком физической области знания;</li> <li>– способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Во сколько раз число свободных электронов, приходящихся на один атом металла при <math>T=0</math>, больше в алюминий, чем в меди, если уровни Ферми соответственно равны <math>E_{f,1}=11,7\text{эВ}</math>, <math>E_{f,2}=7,0\text{эВ}</math>?</li> <li>2. В германий часть атомов замещена атомами сурьмы. Рассматривая дополнительный электрон примесного атома по модели Бора, оценить его энергию <math>E</math> связи и радиус <math>r</math> орбиты. Диэлектрическая проницаемость <math>\epsilon</math> германия равна 16.</li> <li>3. Удельная проводимость <math>\gamma</math> кремния с примесями равна <math>112\text{См/м}</math>. Определить подвижность <math>\mu_p</math> дырок и их концентрацию <math>n_p</math>, если постоянная Холла <math>R_H=3,66\cdot 10^{-4}\text{м}^3/\text{Кл}</math>. Принять, что полупроводник обладает только дырочной проводимостью.</li> <li>4. Собственный полупроводник (германий) имеет при некоторой температуре удельное сопротивление <math>\rho=0,480\text{м}\cdot\text{м}</math>. Определить концентрацию <math>n</math> носителей заряда, если подвижности <math>\mu_n</math> и <math>\mu_p</math> электронов и дырок соответственно равны <math>0,36</math> и <math>0,16\text{ м}^2/(\text{В}\cdot\text{с})</math>.</li> <li>5. Зная распределение <math>dn(v)</math> электронов в металле по скоростям, выразить через максимальную скорость <math>U_{\text{max}}</math> электронов в металле. Металл находится при <math>T=0\text{К}</math>.</li> <li>6. Выразить среднюю квадратичную скорость электронов в металле при <math>T=0\text{К}</math> через максимальную скорость <math>U_{\text{max}}</math> электронов. Функцию распределения электронов по скоростям считать известной.</li> <li>7. Металл находится при температуре <math>T=0\text{К}</math>. Определить, во сколько раз число электронов со скоростями от <math>U_{\text{max}}/2</math> до <math>U_{\text{max}}</math> больше числа электронов со скоростями от <math>0</math> до <math>U_{\text{max}}/2</math>.</li> </ol>

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания**

**Примерный перечень вопросов к зачету**

1. Электрический заряд. Закон сохранения заряда. Квантование заряда. Плотность заряда. Система единиц
2. Как влияет на электростатическое поле внесение в него металлических и диэлектрических тел

3. Как влияет на электростатическое поле внесение в него металлических и диэлектрических тел.
4. Постоянный электрический ток. Плотность тока. Уравнение непрерывности.
5. Поле в веществе. Влияние вещества на поле.
6. На какие 3 класса делятся материалы по способности проводить электрический ток. Их зонные схемы.
7. Электрические свойства диэлектриков.
8. Основные характеристики сегнетоэлектриков.
9. Электрические свойства металлов и полупроводников.
10. Физическая сущность электропроводности веществ.
11. Дрейф и подвижность носителей заряда.
12. Особенности электрических свойств аморфных твердых тел.
13. Классическая теория электронного газа П. Друде.
14. Формулы Друде для коэффициента теплопроводности, электропроводности и теплоемкости электронного газа.
15. Закон Видемана-Франца.
16. Экспериментальная проверка теории П. Друде.
17. Квантовая теория металлов А. Зоммерфельда. Одночастичное приближение. Энергетический спектр. Плотность состояний свободных электронов.
18. Заполнение квантовых состояний электронами при абсолютном нуле температуры. Распределение Ферми-Дирака. Свойства свободных электронов при абсолютном нуле температуры. Энергия и поверхность Ферми.
19. Квантовые формулы электропроводности, коэффициента теплопроводности и теплоемкости электронного газа.
20. Ограниченность модели идеального газа свободных электронов металла.
21. Волновая функция электрона в кристалле. Теоремы Блоха и Крамерса. Квазиимпульс электрона.
22. Приближения слабой и сильной связи. Образование энергетических зон.
23. Заполнение энергетических зон электронами. Разделение кристаллов на проводники, диэлектрики и полупроводники.
24. Уравнение движения электрона проводимости в электрическом поле. Эффективная масса электрона.
25. Собственные полупроводники. Понятие дырки. Зависимость электропроводности собственного полупроводника от температуры.
26. Примесные полупроводники. Примеси донорного и акцепторного типов. Электронная и дырочная проводимости.
27. Диэлектрики. Проводимость диэлектриков. Электрический пробой диэлектриков.
28. Граница металла. Работа выхода электрона.
29. Электрический контакт двух металлов. Внутренняя и внешние разности потенциалов. Термоэлектродвижущая сила. Термопара.
30. Электрический контакт двух полупроводников с разными типами проводимости (p/n – переход).
31. Вольт – амперная характеристика и коэффициент выпрямления полупроводникового диода. Электрический пробой диода

### **Показатели и критерии оценивания компетенций**

Промежуточная аттестация по дисциплине ««Электрофизические свойства твердых тел»» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические занятия, выявляющие степень сформированности умений и владений.

Результаты выполнения обучающимся заданий на зачете оцениваются по шкале «зачтено» - «не зачтено» (5 семестр) и оценкой по пятибалльной шкале (6 семестр).

В основе оценивания лежат критерии порогового и повышенного уровня характеристик компетенций или их составляющих частей, формируемых на учебных занятиях по дисциплине .

«Отлично» (5) / «зачтено» – оценка соответствует повышенному уровню и выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

«Хорошо» (4) / «зачтено» - оценка соответствует повышенному уровню и выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос или выполнении заданий, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

«Удовлетворительно» (3) / «зачтено» - оценка соответствует пороговому уровню и выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, демонстрирует недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

«Неудовлетворительно» (2) / «не зачтено» - оценка выставляется обучающемуся, который не достигает порогового уровня, демонстрирует непонимание проблемы, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.