ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей кафедрой

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
ЮУрГУ
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Воронцов А. Г.
Пользователь: vorontsovag
Дата подписания: 11.06.2024

А. Г. Воронцов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П0.07 Физика конденсированного состояния
для направления 11.03.04 Электроника и наноэлектроника
уровень Бакалавриат
профиль подготовки Наноэлектроника: проектирование, технология, применение
форма обучения очная
кафедра-разработчик Физика наноразмерных систем

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 927

Зав.кафедрой разработчика, д.физ.-мат.н., доц.

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
ЮУрГУ
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Воронцов А. Г.
Пользователь: vorontsovag
Дата подписания: 11.06.2024

А. Г. Воронцов

Разработчик программы, к.физ.-мат.н., доц., доцент

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
ЮУрГУ
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Созыкин С. А.
Пользователь: sozykinsa
Дата подписания: 11.06.2024

С. А. Созыкин

Челябинск

1. Цели и задачи дисциплины

Целью и задачей дисциплины является обеспечение фундаментальных знаний и навыков в области физики твердого тела и физики полупроводников. Знание основ физики твердого тела и физики полупроводников; Понимание физической сущности процессов, протекающих в металлах, полупроводниковых, диэлектрических, магнитных материалах и в структурах, созданных на основе этих материалов, в том числе и при воздействии внешних полей изменении температуры; Опыт проведения количественных оценок величины эффектов и характеристических параметров с учетом особенностей кристаллической структуры, электронного и фононного спектров, типа и концентрации легирующих примесей; Готовность в самостоятельному освоению и грамотному использованию результатов новых экспериментальных и теоретических исследований в области физики твердого тела и полупроводников, к самостоятельному выбору метода и объекта исследования.

Краткое содержание дисциплины

Классификация твердых тел; статистика электронов; диэлектрические и магнитные свойства; оптические свойства; ферромагнетизм, сегнетоэлектричество, сверхпроводимость; собственная и примесная проводимость полупроводников; основные полупроводниковые материалы; некристаллические полупроводники; генерация и рекомбинация носителей; диффузия и дрейф носителей; контактные явления; гетеропереходы; поверхностные электронные состояния; сильно легированные полупроводники; квантово-размерные стркутуры.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	Знает: положения теорий, описывающих атомную структуру, электрические и магнитные свойства тел в конденсированном состоянии Умеет: строить упрощенные модели структурных, электрических и магнитных свойств конденсированных тел с использованием математического аппарата квантовой и классической физики

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Статистическая физика, Квантовая механика, Вычислительная электродинамика, Теория функций комплексного переменного, Введение в твердотельную электронику, Уравнения математической физики, Компьютерные сети и системы, Вычислительная математика, Производственная практика (ориентированная,	Технологии вакуумного напыления, Специальные главы квантовой механики, Производственная практика (научно-исследовательская работа) (8 семестр)

цифровая) (4 семестр)	

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Статистическая физика	Знает: положения статистической физики, необходимые для построения физических и математических модели моделей, узлов, блоков электроники и наноэлектроники различного функционального назначения Умеет: на основе атомистических моделей вычислять основные макроскопические характеристики (структурные, электрические и магнитные) конденсированных тел на основе методов статистической физики Имеет практический опыт:
Квантовая механика	Знает: положения квантовой механики, необходимые для построения физических и математических модели моделей, узлов, блоков электроники и наноэлектроники различного функционального назначения Умеет: Имеет практический опыт:
Вычислительная электродинамика	Знает: положения вычислительной электродинамики, необходимые для построения физических и математических модели моделей, узлов, блоков электроники и наноэлектроники различного функционального назначения Умеет: Имеет практический опыт:
Вычислительная математика	Знает: алгоритмы вычислительной математики необходимые для построения физических и математических модели моделей, узлов, блоков электроники и наноэлектроники различного функционального назначения Умеет: Имеет практический опыт:
Уравнения математической физики	Знает: принципы построения математических моделей на основе законов физики;основные методы решения уравнений математической физики Умеет: Имеет практический опыт:
Компьютерные сети и системы	Знает: принципы проектирования и настройки компьютерных сетей и систем Умеет: Имеет практический опыт:
Теория функций комплексного переменного	Знает: положения теории функций комплексного переменного, необходимые для построения физических и математических модели моделей, узлов, блоков электроники и наноэлектроники различного функционального назначения Умеет: Имеет практический опыт:
Введение в твердотельную электронику	Знает: Умеет: строить физические и математические модели моделей, узлов, блоков твердотельной электроники Имеет практический опыт:
Производственная практика (ориентированная, цифровая) (4 семестр)	Знает: Умеет: использовать программное обеспечение в учебной и научно-

	исследовательской деятельности; решать задачи обработки данных Имеет практический опыт: самостоятельного написания компьютерных программ

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 ч., 108,75 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		6	7
Общая трудоёмкость дисциплины	180	72	108
Аудиторные занятия:	96	48	48
Лекции (Л)	32	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	64	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	0
Самостоятельная работа (СРС)	71,25	19,75	51,5
Выполнение расчетного задания	8	4	4
Подготовка к зачету	6	6	0
Подготовка к контрольным работам	27,25	9.75	17.5
Подготовка к экзамену	30	0	30
Консультации и промежуточная аттестация	12,75	4,25	8,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Атомная структура конденсированных тел	18	6	12	0
2	Металлы	18	6	12	0
3	Диэлектрики	12	4	8	0
4	Полупроводники	30	10	20	0
5	Магнетики	18	6	12	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Симметрия и кристаллическая решетка.	2
2	1	Кристаллографические индексы. Обратная решетка.	2
3	1	Дифракция.	2
4	2	Классическая теория электропроводности металлов по Друде-Лоренцу.	2
5	2	Квантовая теория электропроводности металлов по Зоммерфельду.	2
6	2	Введение в зонную теорию твердых тел.	2

7	3	Макроскопитческие свойства диэлектриков. Связь между макроскопическими параметрами диэлектрика. Среднее макроскопическое поле в диэлектрике. Эффективное поле Лоренца. Уравнение Клаузиса-Моссоти и уравнение Лоренц-Лорентца.	2
8	3	Виды поляризации диэлектриков. Механизмы упругой и тепловой поляризации. Функция Ланжевена и её свойства. Формула Ланжевена-Дебая. Расходимость диэлектрической постоянной.	2
9	4	Электропроводность полупроводников. Статистика носителей заряда в собственных полупроводниках.	2
10	4	Экспериментальная проверка закона Ома для полупроводников, и определение ширины запрещенной зоны. Пределы применимости закона Ома.	2
11	4	Легированные полупроводники. Статистика носителей заряда в легированных полупроводниках. Уровень Ферми в легированных полупроводниках. Особенности положения уровня Ферми в области высоких и низких температур.	2
12	4	Особенности зонной структуры полупроводников с примесными атомами, валентность которых отличается больше чем на единицу. Интерметаллидные полупроводники.	2
13	4	Кинетические, галивано-магнитные и эмиссионные явления в полупроводниках.	2
14	5	Макроскопические характеристики магнетиков. Связь между макроскопическими характеристиками. Классификация магнетиков по величине магнитной проницаемости, величине и знаку магнитной восприимчивости. Макроскопическое поведение магетиков в магнитном поле. Физическая природа диамагнетизма в классическом представлении. Диамагнетизм Ланжевена. Предел применимости фомулы Ланжевена. Достоинства и недостати теории Ланжевена.	2
15	5	Классический паромагнетизм. Зако Кюри. Закон Кюри-Вейса. Достоинства и недостатки классической теории. Введение в квантовую теорию паромагнетизма. Магнитные свойства нормальных металлов. Паромагнетизм ионов переходных элементов. Функци Брилюэна и ее связь с функцией Ланжевена.	2
16	5	Кооперативные явления магнетизме твердых тел. Физическая природа в кооперативных магнетиках. Классификация магнетиков по типу магнитной структуры. Обменная энергия и обменный интеграл процесса намагничивания. Домены и причины их образования.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Взаимосвязь макроскопических характеристик материалов с параметрами их кристаллической решетки.	2
2	1	Полости в кристаллических решетках.	2
3	1	Кристаллографические индексы узлов, плоскостей и направлений.	2
4	1	Обратная решетка.	2
5	1	Дифракция.	2
6	1	Контрольная работа №1_1	2
7	2	Классическая электронная теория металлов.	2
8	2	Квантовая теория электропроводности металлов по Зоммерфельду.	2
9	2	Проанализировать имперический закон Видемана-Франца с применением	2

		классической теории Друде-Лоренца и квантовой Зоммерфельда. Объяснить почему с применением указанных теорий получаются одинаковые значения числа Лоренца.	
10	2	Построение поверхности Ферми. Определение основных параметров: радиуса Ферми, энергии Ферми, скорости электронов на уровне Ферми, импульса электронов на уровне Ферми, плотность состояния на уровне Ферми.	2
11	2	С использованием зависимости плотности состояния от энергии обосновать качественную зависимость теплоемкости от температуры для свободного электронного газа в металлах. Написать уравнение Шредингера для нелокализованных электронов в металле, разъяснить физический смысл параметров входящих в уравнение. С каким допущением используется уравнение Шредингера в модели газа свободных электронов. Провести нормировку волновой функции и получить функцию для трехмерной решетки удовлетворяющую граничным условиям по Борну-Карману.	2
12	2	Контрольная работа № 1_2	2
13	3	Используя метод Лоренца вывести уравнение для локального поля в диэлектрике. Установить связь между диэлектрической проницаемостью и поляризуемостью. Рассмотреть физический смысл формул Клаузиса-Моссоти и Лоренц-Лорентца. Вывести формулу для электронной поляризации атома водорода в постоянном электрическом поле. Вывести коэффициент упругой поляризации для молекулы Na-Cl.	2
14	3	Рассмотреть взаимодействие электромагнитных волн с кристаллами. Проанализировать частотную зависимость диэлектрической проницаемости диэлектриков с электронной и ионной поляризацией в окрестности частоты дисперсии в инфрокрасной области.	2
15	3	Дипольная тепловая поляризация. Функция Ланжевена и её свойства. Уравнение Ланжевена-Дебая.	2
16	3	Контрольная работа № 1_3	2
17	4	Получить выражение закона Ома в дифференциальной форме для собственных полупроводников. Рассмотреть физический смысл параметров входящих в уравнение. Экспериментальная проверка закона Ома. Определение ширины запрещенной зоны.	2
18	4	Пределы применимости закона Ома для полупроводников.	2
19	4	Решение типовых задач на собственные полупроводники.	2
20	4	Рассмотреть основные положения для вычисления средних значений плотности электронов и дырок, которые создаются тепловыми флуктуациями. Вывести формулу определяющую распределение носителей заряда в собственной полупроводнике.	2
21	4	Определение положения уровня Ферми в собственной полупроводнике и его зависимость от температуры. Рассмотреть физический смысл уровня Ферми для полупроводников.	2
22	4	Контрольная работа № 2_1	2
23	4	Провести оценочные расчеты состояния радиусов водородо-подобных атомов, глубины залегания донорных и ацепторных уровней и наибольшую степень локализации при основном состоянии.	2
24	4	Установить необходимые соотношения для определения уровня Ферми в лигированных полупроводниках n и p типа и его зависимость от температуры.	2
25	4	Вывести уравнение для определения эффекта Холла в полупроводниках. Проанализировать физический смысл параметров определяющих постоянную Холла для полупроводников. Решение типовых задач.	2
26	4	Контрольная работа № 2_2	2

27	5	Решение типовых задач по разделу классического диамагнетизма.	2
28	5	Рассмотреть Физическую природу элементарных магнитных моментов в квантовом представлении. Установить связь между механическим и магнитным моментом. Вывести формулу для спинового и орбитального магнитного момента электронов.	2
29	5	Рассмотреть поведение чисто спиновой системы в магнитном поле в квантовом представлении. Вывести формулу определяющую зависимость намагниченности чисто спиновой системы от температуры и сопоставить ее с классическим выражением (законом Кюри) для парамагнетизма Ланжевена. Установить физическую природу различия постоянных Кюри в классическом и квантовом представлении.	2
30	5	Определение паромагнетизма Паули. Вывод формулы для паромагнетизма Паули. Понятие о диамагнетизме электронов проводимости по Ландау.	2
31	5	Провести вывод формулы определяющей температурную зависимость намагниченности с учетом малекулярного поля. Рассмотреть достоинства и недостатки теории малеклярного поля Вейса в теории кооперативных явлений. Рассмотреть магнитную структуру ферримагнетиков на примере оксида желза (Fe(3)O(4)) и разновидности ферритов со структурой шпинели MeO на Fe(2)O(3).	2
32	5	Контрольная работа № 2_3	2

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Выполнение расчетного задания	Байков, Ю.А., Кузнецов В.М. Физика конденсированного состояния: стр. 203-236. Пейсахович Ю.Г., Н.И. Филимонова Физика конденсированного состояния. Фазовые переходы. Магнетики. Свойства диэлектриков: 39-110.	7	4
Подготовка к зачету	Байков Ю.А., Кузнецов В.М. Физика конденсированного состояния: стр. 13-99, 165-202. Пейсахович Ю.Г., Н.И. Филимонова Физика конденсированного состояния. Фазовые переходы. Магнетики. Свойства диэлектриков: стр. 111-161. Кузнецов С.И. Курс физики с примерами решения задач. «Физика конденсированного состояния»: задачи 52-64.	6	6
Подготовка к контрольным работам	Кузнецов С.И. Курс физики с примерами решения задач. «Физика конденсированного состояния»: задачи 52-64.	6	9,75
Подготовка к контрольным работам	Кузнецов С.И. Курс физики с примерами решения задач. «Физика конденсированного состояния»: задачи	7	17,5

	36-51.		
Выполнение расчетного задания	Байков Ю.А., Кузнецов В.М. Физика конденсированного состояния: стр. 13-99, 165-202. Пейсахович Ю.Г., Н.И. Филимонова Физика конденсированного состояния. Фазовые переходы. Магнетики. Свойства диэлектриков: стр. 111-161.	6	4
Подготовка к экзамену	Байков, Ю.А., Кузнецов В.М. Физика конденсированного состояния: стр. 203-236. Пейсахович Ю.Г., Н.И. Филимонова Физика конденсированного состояния. Фазовые переходы. Магнетики. Свойства диэлектриков: 39-110. Кузнецов С.И. Курс физики с примерами решения задач. «Физика конденсированного состояния»: задачи 36-51.	7	30

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи-тыва-ется в ПА
1	6	Текущий контроль	Контрольная работа 1_1	10	10	В контрольной работе 5 заданий. За каждое задание начисляется до 2х баллов: 2 балла - верно записаны все исходные формулы, проведены необходимые математические преобразования, получен правильный ответ (задание сделано полностью); 1 балл - правильно записаны исходные формулы (задание сделано частично); 0 баллов - в одной или более исходных формулах допущены ошибки.	зачет
2	6	Текущий контроль	Контрольная работа 1_2	10	10	В контрольной работе 5 заданий. За каждое задание начисляется до 2х баллов: 2 балла - верно записаны все исходные формулы, проведены необходимые математические преобразования, получен правильный ответ (задание сделано полностью); 1 балл - правильно записаны исходные формулы (задание сделано частично); 0 баллов - в одной или более исходных формулах допущены ошибки.	зачет
3	6	Текущий контроль	Контрольная работа 1_3	10	10	В контрольной работе 5 заданий. За каждое задание начисляется до 2х баллов: 2 балла - верно записаны все исходные формулы,	зачет

						проведены необходимые математические преобразования, получен правильный ответ (задание сделано полностью); 1 балл - правильно записаны исходные формулы (задание сделано частично); 0 баллов - в одной или более исходных формулах допущены ошибки.	
4	6	Текущий контроль	Коллоквиум 1_1	10	6	Коллоквиум состоит из трех теоретических заданий. Каждое из заданий оценивается от 0 до 2 баллов. 2 балла соответствуют полному верному решению. Каждый недочет (ошибка или отсутствие требуемого по заданию материала) снижает оценку на 1 балл.	зачет
5	6	Текущий контроль	Коллоквиум 1_2	10	6	Коллоквиум состоит из трех теоретических заданий. Каждое из заданий оценивается от 0 до 2 баллов. 2 балла соответствуют полному верному решению. Каждый недочет (ошибка или отсутствие требуемого по заданию материала) снижает оценку на 1 балл.	зачет
6	6	Текущий контроль	Работа на занятиях	10	10	Пассивная работа на занятиях (процент посещенных занятий) 0-20% - 0 баллов, 21-40% - 1 балл, 41-60% - 2 балла, 61-80% - 3 балла, 81-100% - 4 балла. Активная работа на занятиях (ответ у доски) - каждый ответ до 3-х баллов. Суммарный балл за работу на занятиях не превышает 10 баллов.	зачет
7	6	Бонус	Бонусное задание	-	15	Подготовка доклада по актуальной проблеме физики конденсированного состояния, не рассмотренной в данном курсе. Максимальный балл за бонусное задание:15 баллов. Отдельно оценивается текст доклада (до 12 баллов) и презентация доклада (до 3 балла). Оценка текста доклада складывается из грамотности оформления: 5 баллов за доклад по заявленной теме, оформленный в соответствии со Стандартом ЮУрГУ (за каждое отступление от стандарта оценка уменьшается на 1 балл); полноты раскрытия темы: максимально 5 баллов (за каждый пропущенный факт, важный для полного раскрытия темы, оценка снижается на 1 балл); качества графической информации: 2 балла (за каждый некачественный рисунок или отсутствие необходимого рисунка оценка снижается на 1 балл). Критерии оценки презентации доклада. Содержание выступления студента должно совпадать с текстом доклада (совпадает: 1 балл, есть заметные отличия: 0 баллов). Студент должен произвести доклад продолжительностью 15-20 минут (соответствует: 1 балл, не соответствует: 0	зачет

						баллов). Выступление должно быть доступно для понимания одногруппниками студента (соответствует: 1 балл, не соответствует: 0 баллов).	
8	6	Проме-жуточная аттестация	Зачет	-	15	Билет содержит 5 заданий: 2 теоретических задания и 3 задачи. За каждое полностью и правильно выполненное задание ставится 3 балла. Каждый недочет (например, ошибка в математических преобразованиях, неточность в формулировке закона) снижает оценку на 1 балл. При наличии грубых ошибок (например, неверная запись исходных формул, противоречащие физической картине мира теоретические рассуждения) задание оценивается в 0 баллов.	зачет
9	7	Текущий контроль	Контрольная работа 2_1	10	10	В контрольной работе 5 заданий. За каждое задание начисляется до 2х баллов: 2 балла - верно записаны все исходные формулы, проведены необходимые математические преобразования, получен правильный ответ (задание сделано полностью); 1 балл - правильно записаны исходные формулы (задание сделано частично); 0 баллов - в одной или более исходных формулах допущены ошибки.	экзамен
10	7	Текущий контроль	Контрольная работа 2_2	10	10	В контрольной работе 5 заданий. За каждое задание начисляется до 2х баллов: 2 балла - верно записаны все исходные формулы, проведены необходимые математические преобразования, получен правильный ответ (задание сделано полностью); 1 балл - правильно записаны исходные формулы (задание сделано частично); 0 баллов - в одной или более исходных формулах допущены ошибки.	экзамен
11	7	Текущий контроль	Контрольная работа 2_3	10	10	В контрольной работе 5 заданий. За каждое задание начисляется до 2х баллов: 2 балла - верно записаны все исходные формулы, проведены необходимые математические преобразования, получен правильный ответ (задание сделано полностью); 1 балл - правильно записаны исходные формулы (задание сделано частично); 0 баллов - в одной или более исходных формулах допущены ошибки.	экзамен
12	7	Текущий контроль	Коллоквиум 2_1	10	6	Коллоквиум состоит из трех теоретических заданий. Каждое из заданий оценивается от 0 до 2 баллов. 2 балла соответствуют полному верному решению. Каждый недочет (ошибка или отсутствие требуемого по заданию материала) снижает оценку на 1 балл.	экзамен
13	7	Текущий	Расчетное	10	6	Коллоквиум состоит из трех теоретических	экзамен

		контроль	задание 2_2			заданий. Каждое из заданий оценивается от 0 до 2 баллов. 2 балла соответствуют полному верному решению. Каждый недочет (ошибка или отсутствие требуемого по заданию материала) снижает оценку на 1 балл.	
14	7	Текущий контроль	Работа на занятиях	10	10	Пассивная работа на занятиях (процент посещенных занятий) 0-20% - 0 баллов, 21-40% - 1 балл, 41-60% - 2 балла, 61-80% - 3 балла, 81-100% - 4 балла. Активная работа на занятиях (ответ у доски) - каждый ответ до 3-х баллов. Суммарный балл за работу на занятиях не превышает 10 баллов.	экзамен
15	7	Бонус	Бонусное задание	-	15	Подготовка доклада по актуальной проблеме физики конденсированного состояния, не рассмотренной в данном курсе. Максимальный балл за бонусное задание:15 баллов. Отдельно оценивается текст доклада (до 12 баллов) и презентация доклада (до 3 балла). Оценка текста доклада складывается из грамотности оформления: 5 баллов за доклад по заявленной теме, оформленный в соответствии со Стандартом ЮУрГУ (за каждое отступление от стандарта оценка уменьшается на 1 балл); полноты раскрытия темы: максимально 5 баллов (за каждый пропущенный факт, важный для полного раскрытия темы, оценка снижается на 1 балл); качества графической информации: 2 балла (за каждый некачественный рисунок или отсутствие необходимого рисунка оценка снижается на 1 балл). Критерии оценки презентации доклада. Содержание выступления студента должно совпадать с текстом доклада (совпадает: 1 балл, есть заметные отличия: 0 баллов). Студент должен произвести доклад продолжительностью 15-20 минут (соответствует: 1 балл, не соответствует: 0 баллов). Выступление должно быть доступно для понимания одногруппниками студента (соответствует: 1 балл, не соответствует: 0 баллов).	экзамен
16	7	Проме-жуточная аттестация	Экзамен	-	15	Билет содержит 5 заданий: 2 теоретических задания и 3 задачи. За каждое полностью и правильно выполненное задание ставится 3 балла. Каждый недочет (например, ошибка в математических преобразованиях, неточность в формулировке закона) снижает оценку на 1 балл. При наличии грубых ошибок (например, неверная запись исходных формул, противоречащие физической картине мира теоретические	экзамен

						рассуждения) задание оценивается в 0 баллов.	

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Итоговая оценка может быть выставлена по результатам текущего контроля. Выполнение контрольного мероприятия промежуточной аттестации не является обязательным. Студен может улучшить свой рейтинг пройдя контрольное мероприятие промежуточной аттестации, которое проводится в письменной форме. Использование печатных и электронных источников информации запрещено. Время на работу -1,5 часа. Возможны дополнительные вопросы по представленной работе.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения
зачет	Итоговая оценка может быть выставлена по результатам текущего контроля. Выполнение контрольного мероприятия промежуточной аттестации не является обязательным. Студен может улучшить свой рейтинг пройдя контрольное мероприятие промежуточной аттестации, которое проводится в письменной форме. Использование печатных и электронных источников информации запрещено. Время на работу -1,5 часа. Возможны дополнительные вопросы по представленной работе.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ПК-1	Знает: положения теорий, описывающих атомную структуру, электрические и магнитные свойства тел в конденсированном состоянии	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-1	Умеет: строить упрощенные модели структурных, электрических и магнитных свойств конденсированных тел с использованием математического аппарата квантовой и классической физики	+	+	+			+	+	+	+	+	+			+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Павлов, П. В. Физика твердого тела Учеб. для вузов по направлению "Физика" и специальностям "Физика и технология материалов и компонентов электрон. техники","Микроэлектроника и полупроводниковые приборы". - 3-е изд., стер. - М.: Высшая школа, 2000. - 493,[1] с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Киттель, Ч. Введение в физику твердого тела Пер. А. А. Гусева, А. В. Пахнева; Под общ. ред. А. А. Гусева. - М.: Наука, 1978. - 791 с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Шульгинов А.А., Кожевников Д.Г. Физика твердого тела. Учебное пособие.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Шульгинов А.А., Кожевников Д.Г. Физика твердого тела. Учебное пособие.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Гуртов, В. А. Физика твердого тела для инженеров : учебное пособие / В. А. Гуртов, Р. Н. Осауленко. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Техносфера, 2012. — 560 с. — ISBN 978-5-94836-327-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/73515 (дата обращения: 03.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Кузнецов, С. И. Курс физики с примерами решения задач. «Физика конденсированного состояния» : учебное пособие / С. И. Кузнецов, Н. А. Тимченко. — Томск : ТПУ, 2011. — 47 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/10274 (дата обращения: 03.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Байков, Ю. А. Физика конденсированного состояния : учебное пособие / Ю. А. Байков, В. М. Кузнецов. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 296 с. — ISBN 978-5-00101-825-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/151595 (дата обращения: 03.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Пейсахович, Ю. Г. Физика конденсированного состояния. Фазовые переходы. Магнетики. Свойства диэлектриков : учебное пособие / Ю. Г. Пейсахович, Н. И. Филимонова. — Новосибирск : НГТУ, 2018. — 163 с. — ISBN 978-5-7782-3612-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/118468 (дата обращения: 03.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Шалимова, К. В. Физика полупроводников : учебник / К. В. Шалимова. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-0922-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/167840 (дата обращения: 20.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	505 (1б)	Персональный компьютер, проектор