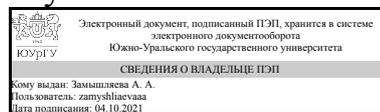


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Институт естественных и точных
наук



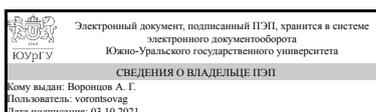
А. А. Замышляева

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П1.07 Физика конденсированного состояния
для направления 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника
уровень Бакалавриат
профиль подготовки Нанoeлектроника: проектирование, технология, применение
форма обучения очная
кафедра-разработчик Физика наноразмерных систем

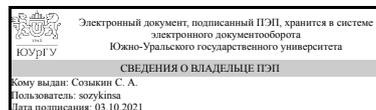
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 927

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



А. Г. Воронцов

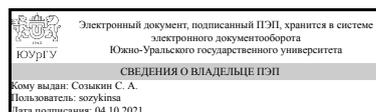
Разработчик программы,
к.физ.-мат.н., доц., доцент



С. А. Созыкин

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной
программы
к.физ.-мат.н., доц.



С. А. Созыкин

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 структуры.

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
Компьютерные сети и системы, Уравнения математической физики, Квантовая механика, Статистическая физика, Теория функций комплексного переменного, Введение в твердотельную электронику, Вычислительная математика, Вычислительная электродинамика	Физика и диагностика поверхности, Электроника СВЧ, Специальные главы квантовой механики

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

Дисциплина	Требования
Вычислительная математика	Знает: алгоритмы вычислительной математики необходимые для построения физических и математических модели моделей, узлов, блоков электроники и нанoeлектроники 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:
Статистическая физика	Знает: положения статистической физики, необходимые для построения физических и математических модели моделей, узлов, блоков электроники и нанoeлектроники 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:
Введение в твердотельную электронику	Знает: Умеет: строить физические и математические модели моделей, узлов, блоков твердотельной электроники 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 нанoeлектроники 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 нанoeлектроники различного функционального назначения Умеет: Имеет практический опыт:
Квантовая механика	Знает: положения квантовой механики, необходимые для построения физических и математических модели моделей, узлов, блоков электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения Умеет: Имеет практический опыт:

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
<i>Аудиторные занятия:</i>	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
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	71,25	19,75	51,5
с применением дистанционных образовательных технологий	0		
Подготовка к контрольным работам	27,25	9,75	17,5
Подготовка к экзамену	30	0	30
Подготовка к зачету	6	6	0
Выполнение расчетного задания	8	4	4
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	Макроскопические 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	2

		поляризации. Функция Ланжевена и её свойства. Формула Ланжевена-Дебая. Расходимость диэлектрической постоянной.	
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 магнетиков в магнитном поле. Физическая природа диамагнетизма в классическом представлении. Диамагнетизм Ланжевена. Предел применимости формулы Ланжевена. Достоинства и недостатки теории Ланжевена.	2
15	5	Классический парамагнетизм. Закон Кюри. Закон Кюри-Вейса. Достоинства и недостатки классической теории. Введение в квантовую теорию парамагнетизма. Магнитные свойства нормальных металлов. Парамагнетизм ионов переходных элементов. Функция Бриллюэна 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 классической теории Друде-Лоренца и квантовой Зоммерфельда. Объяснить почему с применением указанных теорий получаются одинаковые значения числа Лоренца.	2
10	2	Построение поверхности Ферми. Определение основных параметров: радиуса Ферми, энергии Ферми, скорости электронов на уровне Ферми,	2

		импульса электронов на уровне Ферми, плотность состояния на уровне Ферми.	
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 Клаузиуса-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 акцепторных уровней и наибольшую степень локализации при основном состоянии.	2
24	4	Установить необходимые соотношения для определения уровня Ферми в легированных 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 парамагнетизма Паули. Вывод формулы для парамагнетизма Паули. Понятие о диамагнетизме электронов проводимости по Ландау.	2
31	5	Провести вывод формулы определяющей температурную зависимость намагниченности с учетом молекулярного поля. Рассмотреть достоинства и недостатки теории молекулярного поля Вейса в теории кооперативных явлений. Рассмотреть магнитную структуру ферромагнетиков на примере оксида железа (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
Подготовка к контрольным работам	Кузнецов С.И. Курс физики с примерами решения задач. «Физика конденсированного состояния»: задачи 36-51.	7	17,5
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
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
Выполнение расчетного задания	Байков, Ю.А., Кузнецов В.М. Физика	7	4

	конденсированного состояния: стр. 203-236. Пейсахович Ю.Г., Н.И. Филимонова Физика конденсированного состояния. Фазовые переходы. Магнетики. Свойства диэлектриков: 39-110.		
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

6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

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	Учитывается 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, 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	зачет

						допущены ошибки.	
4	6	Текущий контроль	Расчетное задание 1_1	10	10	Расчетное задание состоит из двух задач, выдаваемых студенту за две недели до сдачи расчетного задания. Выполненные с опозданием без уважительной причины расчетные задания оцениваются в 0 баллов. Каждая из задач оценивается от 0 до 5 баллов. 5 баллов соответствует полностью верно решенной задаче. Каждый недочет (ошибка в математических преобразованиях, неграмотно построенный график, ошибка в вычислениях, пропущенный логический переход) снижает оценку на 1 балл. Каждая существенная ошибка (например, ошибка в исходной формуле, неверно использованный физический закон) снижает оценку на 2 балла.	зачет
5	6	Текущий контроль	Расчетное задание 1_2	10	10	Расчетное задание состоит из двух задач, выдаваемых студенту за две недели до сдачи расчетного задания. Выполненные с опозданием без уважительной причины расчетные задания оцениваются в 0 баллов. Каждая из задач оценивается от 0 до 5 баллов. 5 баллов соответствует полностью верно решенной задаче. Каждый недочет (ошибка в математических преобразованиях, неграмотно построенный график, ошибка в вычислениях, пропущенный логический переход) снижает оценку на 1 балл. Каждая существенная ошибка (например, ошибка в исходной формуле, неверно использованный физический закон) снижает оценку на 2 балла.	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	1	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	зачет

						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).	
8	6	Промежуточная аттестация	Зачет	40	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,	экзамен

						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.	
12	7	Текущий контроль	Расчетное задание 2_1	10	10	Расчетное задание состоит из двух задач, выдаваемых студенту за две недели до сдачи расчетного задания. Выполненные с опозданием без уважительной причины расчетные задания оцениваются в 0 баллов. Каждая из задач оценивается от 0 до 5 баллов. 5 баллов соответствует полностью верно решенной задаче. Каждый недочет (ошибка в математических преобразованиях, неграмотно построенный график, ошибка в вычислениях, пропущенный логический переход) снижает оценку на 1 балл. Каждая существенная ошибка (например, ошибка в исходной формуле, неверно использованный физический закон) снижает оценку на 2 балла.	экзамен
13	7	Текущий контроль	Расчетное задание 2_2	10	10	Расчетное задание состоит из двух задач, выдаваемых студенту за две недели до сдачи расчетного задания. Выполненные с опозданием без уважительной причины расчетные задания оцениваются в 0 баллов. Каждая из задач оценивается от 0 до 5 баллов. 5 баллов соответствует полностью верно решенной задаче. Каждый недочет (ошибка в математических преобразованиях, неграмотно построенный график, ошибка в вычислениях, пропущенный логический переход) снижает оценку на 1 балл. Каждая существенная ошибка (например, ошибка в исходной формуле, неверно использованный физический закон) снижает оценку на 2 балла.	экзамен
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	1	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	экзамен

						<p>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).</p>	
16	7	Промежуточная аттестация	Экзамен	40	15	<p>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.</p>	экзамен

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Письменный экзамен. Выполнение контрольного мероприятия промежуточной аттестации является обязательным. 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	Письменный зачет. Выполнение контрольного мероприятия промежуточной аттестации является обязательным. Использование печатных и электронных источников информации запрещено. Время на работу -1,5 часа.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

Возможны дополнительные вопросы по представленной работе.

6.3. Оценочные материалы

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	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Фонды оценочных средств по каждому контрольному 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:

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:

2. 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	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.

		издательства Лань	— 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.

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 (16)	Персональный компьютер, проектор