

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор _____ Хагуров Т.А.



подпись _____
29 » _____ мая _____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.12

«ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ»

Направление подготовки	03.03.02 «Физика»
Направленность (профиль)	Фундаментальная физика
Программа подготовки	Академический бакалавриат
Форма обучения	Очная
Квалификация (степень) выпуска	Бакалавр

Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавриата 03.03.02 «Физика», профиль «Фундаментальная физика»

Программу составил:

Канд физ.-мат. наук, профессор кафедры физики и информационных систем

Скачедуб А.В.



подпись

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры физики и информационных систем

«20» апреля 2020 г, протокол № 13

Заведующий кафедрой (разработчика)

Богатов Н.М.



подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета

протокол № 9 «20» апреля 2020 г.

Председатель УМК факультета

Богатов Н.М.



подпись

Рецензенты:

Исаев В.А., доктор физ.-мат. наук, заведующий кафедрой теоретической физики и компьютерных технологий ФГБОУ ВО «КубГУ»

Григорьян Л.Р., кандидат физ.-мат. наук, директор ООО НПФ «Мезон»

1. Цели и задачи изучения дисциплины.

1.1 Цель освоения дисциплины.

Учебная дисциплина «Физика конденсированного состояния» ставит своей целью формирование представлений об основных взаимодействиях, ответственных за формирование физических свойств, явлений и процессов, происходящих внутри конденсированных сред.

1.2 Задачи дисциплины.

– формирование систематических знаний по основным разделам физики конденсированного состояния, необходимых для выполнения самостоятельных научных исследований;

– ознакомление знакомство с основными методами исследования и расчета физических характеристик твердых тел, изучение физических свойств микромира и квантовых явлений на атомно-молекулярном уровне;

– изучение экспериментальных основ физики конденсированного состояния.

Воспитательная задача дисциплины заключается в создании у студентов навыка самостоятельной исследовательской работы. В связи с этим следует знакомить студентов с современным состоянием физики конденсированного состояния, возникшими в настоящее время в этой области физики проблемами, перспективными направлениями, и т.п.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Физика конденсированного состояния» относится к *вариативной* части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана.

Дисциплина «Физика конденсированного состояния» является обязательной дисциплиной для 8-го семестра обучения по направлению подготовки бакалавриата 03.03.02 Физика. Для успешного изучения дисциплины необходимы знания общего курса физики, курсов "Электродинамика", "Квантовая механика", "Оптика", «Физика конденсированного состояния вещества» и «Математического анализа». Освоение дисциплины необходимо для изучения других дисциплин в рамках подготовки бакалавров, и для последующего обучения в магистратуре.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Изучение учебной дисциплины «Физика конденсированного состояния» направлено на формирование у обучающихся общекультурных/профессиональных компетенций (ОК/ПК).

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ПК-1	Способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин.	Основные факты и принципы физики конденсированного состояния, классическую и квантовую теорию твёрдого тела, теорию вынужденного излучения электромагнитного излучения, оптические и физические свойства кристаллов.	пользоваться знаниями в области физики конденсированного состояния в научно-исследовательской, опытно-конструкторской деятельности, решать поставленные узкоспециализированные задачи физики конденсированного.	экспериментальными и теоретическими методами исследования конденсированных сред, навыками теоретического и практического применения полученных знаний для решения поставленных задач.
2.	ПК-2	Способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий.			
3.	ОПК-3	Способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач.			

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)				
		5	_____			
Контактная работа, в том числе:	44,3	44,3				
Аудиторные занятия (всего):	40	40				
Занятия лекционного типа	20	20	-	-	-	
Лабораторные занятия	20	20	-	-	-	
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	
Иная контактная работа:						
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4				
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3				
Самостоятельная работа, в том числе:	37	37				
<i>Курсовая работа</i>	-	-	-	-	-	
<i>Проработка учебного (теоретического) материала</i>	37	37	-	-	-	
<i>Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)</i>	-	-	-	-	-	
<i>Реферат</i>	-	-	-	-	-	
Подготовка к текущему контролю	-	-	-	-	-	
Контроль:	26,7	26,7				
Подготовка к экзамену	26,7	26,7				
Общая трудоёмкость	час.	108	108	-	-	-
	в том числе контактная работа	44,3	44,3			
	зач. ед.	3	3			

2.2 Структура дисциплины.

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины.

Основные разделы дисциплины:

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Основные положения физики конденсированного состояния	24	2	-	2	10
2.	Взаимодействие между атомами в конденсированной среде	20	4	-	2	10
3.	Колебания кристаллической решетки	20	2	-	2	8
4.	Электронные свойства твердых тел	20	4	-	4	10
5.	Диэлектрики	20	2	-	4	8
6.	Сегнетоэлектрики и магнетики	20	2	-	2	8
7.	Оптические свойства конденсированных сред	20	4	-	4	10
	<i>Итого по дисциплине:</i>	108	20	-	20	64+4

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Структура и симметрия кристаллов	Введение. Структура твердых тел. Кристаллы и аморфные вещества. Трансляционная симметрия кристаллов. Решетка Бравэ. Кристаллографические системы координат. Функции, описывающие физические величины в кристалле. Обратная решетка. Зона Бриллюэна, индексы Миллера. Понятие о рентгеноструктурном анализе. Теорема Блоха, приведение к зоне Бриллюэна. Подсчет числа состояний в зоне Бриллюэна.	Ответы на контрольные вопросы (КВ) / выполнение лабораторных заданий (ЛЗ)
2.	Взаимодействие между атомами в конденсированной среде	Межатомное взаимодействие и основные типы связей в конденсированных средах. Энергетические характеристики химической активности атомов (потенциал ионизации, энергия	КВ / ЛЗ

		химического средства, электроотрицательность). Общая характеристика сил межатомного взаимодействия. Элементарная теория химических сил связи в атомах и молекулах. Ионные, ковалентные и молекулярные кристаллы, металлы. Водородная связь. Потенциальная энергия взаимодействия атомов в конденсированной среде. Энергия связи атомов в твердом теле и ее оценка для различных типов связей. Постоянная Маделунга.	
3.	Колебания кристаллической решетки	Колебания кристаллической решетки. Типы колебаний. Продольная волна в однородном стержне. Колебания линейного монокристалла. Линейный кристалл с двумя атомами в элементарной ячейке. Тепловые свойства кристаллов. Модель Эйнштейна, модель Дебая. Тепловое расширение твердых тел. Эксперимент Каплянскогo.	КВ / ЛЗ
4.	Электронные свойства твердых тел	Электронные свойства твердых тел. Свободные электроны. Энергия Ферми. Теплоемкость электронного газа. Электропроводность металлов. Магнетизм электронного газа. Модель почти свободных электронов. Модель сильно связанных электронов. Примеси в кристалле.	КВ / ЛЗ
5.	Диэлектрики	Диэлектрические свойства твердых тел. Электронная поляризация. Упругая ионная поляризация. Ориентационная поляризация. Тепловая ионная поляризация.	КВ / ЛЗ
6.	Сегнетоэлектрики и магнетики	Сегнетоэлектрики. Антисегнетоэлектрики. Понятие о фазовых переходах второго рода. Магнитные свойства твердых тел. Диамагнетизм. Парамагнетизм. Ферро- и антиферромагнетизм. Теплоемкость магнетиков.	КВ / ЛЗ
7.	Оптические свойства конденсированных сред	Плоские волны в кристаллах. Оптические свойства диэлектрических кристаллов. Зонная структура. Электроны и дырки. Экситоны. Принцип работы лазера. Генерация вторых гармоник. Параметрическая генерация света.	КВ / ЛЗ

2.3.2 Занятия семинарского типа.

Практические задания в аудитории по данному курсу согласно учебному плану не предусмотрены.

2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование раздела	Тематика лабораторной работы	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Основные положения физики конденсированного состояния	Структура и симметрия кристаллов Лабораторные занятия в аудитории: № 1-5 Домашнее задание: № 6-13	Проверка лабораторных работ, проверка домашнего задания
2.	Взаимодействие между атомами в конденсированной среде	Взаимодействие между атомами в конденсированной среде Лабораторные занятия в аудитории: № 14-15 Домашнее задание: № 16-18	Проверка лабораторных работ, проверка домашнего задания
3.	Колебания кристаллической решетки	Колебания кристаллической решетки Лабораторные занятия в аудитории: № 19-21 Домашнее задание: № 22-24	Проверка лабораторных работ, проверка домашнего задания
4.	Электронные свойства твердых тел	Электронные свойства твердых тел Лабораторные занятия в аудитории: № 25-27 Домашнее задание: № 28-30	Проверка лабораторных работ, проверка домашнего задания
5.	Диэлектрики	Диэлектрики Лабораторные занятия в аудитории: № 31-33 Домашнее задание: № 34-36	Проверка лабораторных работ, проверка домашнего задания
6.	Сегнетоэлектрики и магнетики	Сегнетоэлектрики и магнетики Лабораторные занятия в аудитории: № 37-39, № 42-44 Домашнее задание: № 40-41, № 35-47	Проверка лабораторных работ, проверка домашнего задания
7.	Оптические свойства конденсированных сред	Оптические свойства конденсированных сред Лабораторные занятия в аудитории: № 48-49 Домашнее задание: № 50-51	Проверка лабораторных работ, проверка домашнего задания

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).

№	Наименование раздела	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
---	----------------------	---

1	2	3
1.	Основные положения физики конденсированного состояния	<p>1. Петров, Юрий Васильевич Основы физики конденсированного состояния: [учебное пособие] / Ю.В. Петров - Долгопрудный: Интеллект, 2013.</p> <p>2. Морозов, Александр Игоревич Элементы современной физики твердого тела: [учебное пособие] / А.И. Морозов - Долгопрудный: Интеллект, 2015.</p> <p>3. Пергамент, Михаил Иосифович Методы исследований в экспериментальной физике: учебное пособие для студентов вузов / М.И. Пергамент - Долгопрудный: Интеллект, 2010.</p> <p>4. Белоусов, Юрий Михайлович, Бурмистров, С.Н., Тернов, А.И. Задачи по теоретической физике: учебное пособие для студентов вузов / Ю.М. Белоусов, С.Н. Бурмистров, А.И. Тернов - Долгопрудный: Интеллект, 2013.</p>
2.	Взаимодействие между атомами в конденсированной среде	<p>1. Петров, Юрий Васильевич Основы физики конденсированного состояния: [учебное пособие] / Ю.В. Петров - Долгопрудный: Интеллект, 2013.</p> <p>2. Морозов, Александр Игоревич Элементы современной физики твердого тела: [учебное пособие] / А.И. Морозов - Долгопрудный: Интеллект, 2015.</p> <p>3. Пергамент, Михаил Иосифович Методы исследований в экспериментальной физике: учебное пособие для студентов вузов / М.И. Пергамент - Долгопрудный: Интеллект, 2010.</p> <p>4. Белоусов, Юрий Михайлович, Бурмистров, С.Н., Тернов, А.И. Задачи по теоретической физике: учебное пособие для студентов вузов / Ю.М. Белоусов, С.Н. Бурмистров, А.И. Тернов - Долгопрудный: Интеллект, 2013.</p>
3.	Колебания кристаллической решетки	<p>1. Петров, Юрий Васильевич Основы физики конденсированного состояния: [учебное пособие] / Ю.В. Петров - Долгопрудный: Интеллект, 2013.</p> <p>2. Морозов, Александр Игоревич Элементы современной физики твердого тела: [учебное пособие] / А.И. Морозов - Долгопрудный: Интеллект, 2015.</p> <p>3. Пергамент, Михаил Иосифович Методы исследований в экспериментальной физике: учебное пособие для студентов вузов / М.И. Пергамент - Долгопрудный: Интеллект, 2010.</p> <p>4. Белоусов, Юрий Михайлович, Бурмистров, С.Н., Тернов, А.И. Задачи по теоретической физике: учебное пособие для студентов вузов / Ю.М. Белоусов, С.Н. Бурмистров, А.И. Тернов - Долгопрудный: Интеллект, 2013.</p>

4.	Электронные свойства твердых тел	<ol style="list-style-type: none"> 1. Петров, Юрий Васильевич Основы физики конденсированного состояния: [учебное пособие] / Ю.В. Петров - Долгопрудный: Интеллект, 2013. 2. Морозов, Александр Игоревич Элементы современной физики твердого тела: [учебное пособие] / А.И. Морозов - Долгопрудный: Интеллект, 2015. 3. Пергамент, Михаил Иосифович Методы исследований в экспериментальной физике: учебное пособие для студентов вузов / М.И. Пергамент - Долгопрудный: Интеллект, 2010. 4. Белоусов, Юрий Михайлович, Бурмистров, С.Н., Тернов, А.И. Задачи по теоретической физике: учебное пособие для студентов вузов / Ю.М. Белоусов, С.Н. Бурмистров, А.И. Тернов - Долгопрудный: Интеллект, 2013. 5. Тумаев, Евгений Николаевич Процессы переноса энергии электронного возбуждения в конденсированных средах: монография / Е. Н. Тумаев; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т - Краснодар: [Кубанский государственный университет], 2013.
5.	Диэлектрики	<ol style="list-style-type: none"> 1. Петров, Юрий Васильевич Основы физики конденсированного состояния: [учебное пособие] / Ю.В. Петров - Долгопрудный: Интеллект, 2013. 2. Морозов, Александр Игоревич Элементы современной физики твердого тела: [учебное пособие] / А.И. Морозов - Долгопрудный: Интеллект, 2015. 3. Пергамент, Михаил Иосифович Методы исследований в экспериментальной физике: учебное пособие для студентов вузов / М.И. Пергамент - Долгопрудный: Интеллект, 2010. 4. Белоусов, Юрий Михайлович, Бурмистров, С.Н., Тернов, А.И. Задачи по теоретической физике: учебное пособие для студентов вузов / Ю.М. Белоусов, С.Н. Бурмистров, А.И. Тернов - Долгопрудный: Интеллект, 2013. 5. Кудряшов, Николай Алексеевич Методы нелинейной математической физики: [учебное пособие] / Н.А. Кудряшов - Долгопрудный: Интеллект, 2010.
6.	Сегнетоэлектрики и магнетики	<ol style="list-style-type: none"> 1. Мейлихов, Евгений Залманович Магнетизм. Основы теории: [учебное пособие] / Е.З. Мейлихов - Долгопрудный: Интеллект, 2014. 2. Петров, Юрий Васильевич Основы физики конденсированного состояния: [учебное пособие] / Ю.В. Петров - Долгопрудный: Интеллект, 2013. 3. Морозов, Александр Игоревич Элементы современной физики твердого тела: [учебное пособие] / А.И. Морозов - Долгопрудный: Интеллект, 2015. 4. Пергамент, Михаил Иосифович Методы исследований в экспериментальной физике: учебное пособие для студентов вузов / М.И. Пергамент - Долгопрудный: Интеллект, 2010.

		5. Белоусов, Юрий Михайлович, Бурмистров, С.Н., Тернов, А.И. Задачи по теоретической физике: учебное пособие для студентов вузов / Ю.М. Белоусов, С.Н. Бурмистров, А.И. Тернов - Долгопрудный: Интеллект, 2013.
7.	Оптические свойства конденсированных сред	<p>1. Демтредер, Вольфганг Современная лазерная спектроскопия: [учебное пособие] /В. Демтредер ; пер. с англ. М.В. Рябининой, Л.А. Мельникова, В.Л. Дербова ; под ред. Л.А. Мельникова - Долгопрудный: Интеллект, 2014.</p> <p>2. Тарасов, Лев Васильевич Физика лазера: /Л.В. Тарасов Изд. 2-е, испр. и доп. -М.: URSS, 2010.</p> <p>3. Петров, Юрий Васильевич Основы физики конденсированного состояния: [учебное пособие] / Ю.В. Петров - Долгопрудный: Интеллект, 2013.</p> <p>4. Морозов, Александр Игоревич Элементы современной физики твердого тела: [учебное пособие] / А.И. Морозов - Долгопрудный: Интеллект, 2015.</p> <p>5. Пергамент, Михаил Иосифович Методы исследований в экспериментальной физике: учебное пособие для студентов вузов /М.И. Пергамент - Долгопрудный: Интеллект, 2010.</p> <p>6. Белоусов, Юрий Михайлович, Бурмистров, С.Н., Тернов, А.И. Задачи по теоретической физике: учебное пособие для студентов вузов / Ю.М. Белоусов, С.Н. Бурмистров, А.И. Тернов - Долгопрудный: Интеллект, 2013.</p>

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

3. Образовательные технологии.

В учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий: дискуссия, разбор конкретных ситуаций, творческие задания, мозговой штурм.

Большая часть лекций и практические занятия проводятся с использованием доски и справочных материалов. Для проведения меньшей части лекционных занятий используются мультимедийные средства воспроизведения активного содержания, позволяющего слушателю воспринимать особенности изучаемой профессии, зачастую играющие решающую роль в понимании и восприятии, а так же формировании профессиональных компетенций. Используются программы моделирования физических процессов в физике конденсированного состояния и программы онлайн-контроля знаний студентов (в том числе программное обеспечение дистанционного обучения).

По изучаемой дисциплине студентам предоставляется возможность открыто пользоваться (в том числе копировать на личные носители информации) подготовленными ведущим данную дисциплину лектором материалами в виде электронного комплекса сопровождения, включающего в себя: электронные конспекты лекций; электронные варианты учебно-методических пособий.

Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях:

- технология развития критического мышления;
- лекции с проблемным изложением;
- изучение и закрепление нового материала (использование вопросов, Сократический диалог);
- обсуждение сложных и дискуссионных вопросов и проблем («Займи позицию (шкала мнений)»), проективные техники, «Один – вдвоем – все вместе», «Смени позицию», «Дискуссия в стиле телевизионного ток-шоу», дебаты, симпозиум);
- разрешение проблем («Дерево решений», «Мозговой штурм», «Анализ казусов»);
- творческие задания;
- работа в малых группах;
- технология компьютерного моделирования численных расчетов.

Проведение всех занятий лабораторного практикума предусмотрено в классе снабженном всем необходимым оборудованием и компьютерами для эффективного выполнения соответствующих лабораторных работ.

По итогам выполнения каждой лабораторной работы студент

предоставляет и защищает разработанную программу численного моделирования и расчета, причем в беседе с преподавателем должен продемонстрировать знание как теоретического и экспериментального материала, относящегося к работе, так и необходимых для практической реализации работы компьютерных технологий. После защиты лабораторной работы студент обязан предоставить откорректированную и оптимизированную программную разработку в формате использованной компьютерной системы.

Дополнительная форма контроля эффективности усвоения материала и приобретения практических навыков заключается в открытой интерактивной защите лабораторной работы на устном выступлении перед аудиторией сокурсников.

Сопровождение самостоятельной работы студентов также организовано в следующих формах:

- усвоение, дополнение и вникание в разбираемые разделы дисциплины при помощи знаний получаемых по средствам изучения рекомендуемой литературы и путем подготовки докладов;

- консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

Текущий контроль: проверка выполнения лабораторных работ, ответы на вопросы по соответствующим разделам изучаемой дисциплины.

Итоговый контроль: Экзамен.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

Лабораторное задание №1:

Определить все элементы симметрии, порожденные: а) двумя плоскостями симметрии; б) плоскостью симметрии и перпендикулярной ей осью симметрии; в) осью симметрии порядка n и проходящей вдоль нее плоскостью; г) осью симметрии порядка n и перпендикулярной ей осью второго порядка; д) двумя пересекающимися осями симметрии; е) четной инверсионной осью и плоскостью, проходящей вдоль нее.

Лабораторное задание №2:

Найти все элементы симметрии точечной группы $m\bar{3}m$.

Лабораторное задание №3:

Доказать, что ГПУ решетка не может содержать один атом на одну точку решетки.

Лабораторное задание №4:

Определить тип решетки Бравэ, узлы которой образованы декартовыми координатами n_1, n_2, n_3 в случае: а) n_i либо все четные, либо все нечетные; б) сумма n_i обязательно четная.

Лабораторное задание №4:

Определить сингонию кристаллов точечной симметрии $23, 32$ и $mm2$, подвергнутых действию одноосного механического напряжения вдоль кристаллографических осей.

Лабораторное задание №5:

Найти угол между нормалью к плоскости (031) и направлением [010] в тетрагональном кристалле с параметрами элементарной ячейки $a = 10 \text{ \AA}, c = 9 \text{ \AA}$.

Лабораторное задание №6:

Для определения гексагональных кристаллов более удобна четырехосная система Миллера–Бравэ. Доказать, что в системе индексов $hkil$ Миллера–Бравэ $h + k + i = 0$.

Лабораторное задание №7:

Определить пространственное расположение осей второго порядка в группах $P222, P222_1, P2_12_12, P2_12_12_1$.

Лабораторное задание №8:

Доказать, что для векторов трансляций прямой \mathbf{R} и обратной \mathbf{G} решеток выполняется: $\mathbf{R} \cdot \mathbf{G} = 2\pi \times k$, где k — целое число.

Лабораторное задание №9:

Построить обратную решетку и найти размеры и форму ячейки Вигнера–Зейтца для ромбической решетки с векторами примитивных трансляций $\mathbf{a} = 2\mathbf{i}$, $\mathbf{b} = \mathbf{j}$, $\mathbf{c} = 4\mathbf{k}$.

Лабораторное задание №10:

Отражение первого порядка рентгеновских лучей в кубическом кристалле имеет длину волны $2,10 \text{ \AA}$. Найти параметр ячейки, если угол скольжения равен $10^\circ 5'$.

Лабораторное задание №11:

Найти наименьшее межатомное расстояние в гранцентрированном кубическом кристалле, если дифракция рентгеновского излучения, распространяющегося вдоль $[100]$, происходит в направлении $[1\bar{2}2]$. Частота излучения ν .

Лабораторное задание №12:

2.6. Найти атомный фактор f для однородного распределения Z электронов внутри сферы радиуса R .

Лабораторное задание №13:

2.7. Найти структурный фактор базиса кристаллической структуры алмаза.

Лабораторное задание №14:

Считая межатомное расстояние r_0 в кристаллах Хе равным $4,35 \text{ \AA}$, оценить температуру плавления этого вещества.

Лабораторное задание №15:

Рассчитать по методу Эвьена значение постоянной Маделунга для CsCl.

Лабораторное задание №16:

Полагая атомы жесткими шарами, найти зависимость внутренней энергии от отношения радиусов положительных и отрицательных ионов в структурах типа NaCl, CsCl и ZnS.

Лабораторное задание №17:

Как изменятся равновесное расстояние и энергия решетки ионного кристалла, если заряд иона возрастет в m раз?

Лабораторное задание №18:

Найти теоретическую прочность на разрыв по отношению к всестороннему растяжению кристалла NaCl.

Лабораторное задание №19:

Замкнув цепочку из N одинаковых атомов в кольцо, подсчитать число различных бегущих волн для случаев продольных колебаний (считать, что смещения атомов происходят вдоль цепочки).

Лабораторное задание №20:

Получить выражения для групповой и фазовой скорости продольных фононов линейной монокристаллической цепочки. Построить графики полученных зависимостей.

Лабораторное задание №21:

Найти закон дисперсии $\omega(K)$ для линейной цепочки с базисом из атомов одинаковой массы. Построить график полученной зависимости.

Лабораторное задание №22:

При какой частоте колебаний сдвиг фаз между двумя атомами в одномерной монокристаллической цепочке, находящимися на расстоянии $8a$, составит $\pi/2$, если $a = 2 \text{ \AA}$, а скорость звука 5000 м/с ?

При экзаменационной форме проведения промежуточной аттестации используется пятибалльная система оценок, определенная «Положением об экзаменах и зачетах».

Оценка "5" ("отлично") выставляется студенту, обнаружившему всестороннее систематическое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять практические задания, освоившему основную литературу и знакомому с дополнительной литературой, рекомендованной программой. "Оценка "5" ("отлично") выставляется студентам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.

Оценка "4" ("хорошо") выставляется студенту, обнаружившему полное знание учебно-программного материала, успешно выполнившего предусмотренные программой задачи, усвоившему основную рекомендованную литературу. Оценка "4" ("хорошо") выставляется студенту, показавшему систематический характер знаний по дисциплине и способному к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебы и профессиональной деятельности.

Оценка "3" ("удовлетворительно") выставляется студенту, обнаружившему знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющемуся с выполнением заданий, предусмотренных программой. Оценка "3" ("удовлетворительно") выставляется студентам, обладающим

необходимыми знаниями, но допустившим неточности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий.

Оценка "2" ("неудовлетворительно") выставляется студенту, обнаружившему существенные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка "2" ("неудовлетворительно") ставится студентам, которые не могут продолжать обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).

5.1 Основная литература:

1. Петров Ю.В. Основы физики конденсированного состояния: учебное пособие / Ю.В. Петров. - Долгопрудный: Интеллект, 2013. - 213 с. - (Физтеховский учебник). - ISBN 9785915591102.

2. Морозов А.И. Элементы современной физики твердого тела [Текст]: [учебное пособие] / А.И. Морозов. - Долгопрудный: Интеллект, 2015. - 213 с.: ил. - ISBN 9785915591911.

3. Пергамент М.И. Методы исследований в экспериментальной физике: учебное пособие для студентов вузов / М.И. Пергамент. - Долгопрудный: Интеллект, 2010. - 300 с.: ил. - (Физтеховский учебник). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 9785915590266.

5.1. Дополнительная литература:

1. Тумаев Е.Н. Процессы переноса энергии электронного возбуждения в конденсированных средах: монография / Е.Н. Тумаев; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. - Краснодар: [Кубанский государственный университет], 2013. - 226 с.: ил. - Библиогр.: с. 207-223. - ISBN 9785820909481.

2. Белоусов, Юрий Михайлович. Задачи по теоретической физике: учебное пособие для студентов вузов / Ю.М. Белоусов, С.Н. Бурмистров, А.И. Тернов. - Долгопрудный: Интеллект, 2013. - 581 с. - (Физтеховский учебник). - Библиогр.: с. 579-581. - ISBN 9785915591348.

3. Гросбер А.Ю. Полимеры и биополимеры с точки зрения физики / А.Ю. Гросберг, А.Р. Хохлов; пер. с англ. А.А. Аэрова. - Долгопрудный: Интеллект, 2010. - 303 с., [12] л. цв. ил.: ил. - Библиогр.: с. 300-303. - ISBN 9785915590877.

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля):

№	Ссылка	Пояснение
1.	http://www.book.ru	BOOK.ru – электронная библиотечная система (ЭБС) современной учебной и научной литературы.

		Библиотека BOOK.ru содержит актуальную литературу по всем отраслям знаний, коллекция пополняется электронными книгами раньше издания печатной версии.
2.	http://www.ibooks.ru	Айбукс.ру – электронная библиотечная система учебной и научной литературы. В электронную коллекцию включены современные учебники и пособия ведущих издательств России.
3.	http://www.sciencedirect.com	Платформа ScienceDirect обеспечивает всесторонний охват литературы из всех областей науки, предоставляя доступ к более чем 2500 наименований журналов и более 11000 книг из коллекции издательства «Эльзевир».
4.	http://www.scopus.com	База данных Scopus индексирует более 18 тыс. наименований журналов от 5 тыс. международных издательств, включая более 300 российских журналов.
5.	http://www.scirus.com	Scirus – бесплатная поисковая система для поиска научной информации.
6.	http://www.elibrary.ru	Научная электронная библиотека (НЭБ) содержит полнотекстовые версии научных изданий ведущих зарубежных и отечественных издательств.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).

На самостоятельную работу студентов отводится более 50% времени от общей трудоемкости дисциплины. Сопровождение самостоятельной работы студентов организовано в следующих формах:

1. Выполнение теоретических заданий по изучаемому разделу дисциплины.
2. Проверка знаний студента основана на контрольных вопросах, приведенных в описании работы и дополнительных вопросах, касающихся соответствующих разделов дисциплины.
3. Выполнение домашних заданий по практическим занятиям.
4. Усвоение, дополнение и вникание в разбираемые разделы дисциплины при помощи знаний получаемых по средствам изучения рекомендуемой литературы.
5. Консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости).

8.1 Перечень информационных технологий:

1. Компьютерное тестирование по итогам изучения разделов дисциплины.
2. Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.
3. Использование электронных презентаций при проведении практических занятий.

8.2 Перечень программного обеспечения:

1. Операционная система MS Windows.
2. Интегрированное офисное приложение MS Office.
3. Обеспечение информационной безопасности–антивирус.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Занятия лекционного типа	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа ауд. 206С, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО).
2.	Лабораторные работы	Учебная аудитория для проведения лабораторных работ ауд. 320С, оснащенное лабораторным оборудованием.
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория № 209С
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория № 209С
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы 208С, 204С, 205С оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.