

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН
МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКО-ТАДЖИКСКИЙ (СЛАВЯНСКИЙ) УНИВЕРСИТЕТ»**

«Утверждаю»
Декан естественнонаучного факультета
Муродзода Д.С.
08 _____ 2024 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(СИЛЛАБУС)**

«Физика твердого тела»

Направление подготовки 03.03.02 - «Физика»

Профиль подготовки - «Общая физика»

Форма подготовки – очная

Уровень подготовки – бакалавр

ДУШАНБЕ 2024

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 07.08.2020г. №891.

При разработке рабочей программы учитываются

- требования работодателей, профессиональных стандартов по направлению (для общепрофессиональных и профессиональных дисциплин);
- содержание программ дисциплин, изучаемых на предыдущих и последующих этапах обучения;
- новейшие достижения в данной предметной области.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры математики и физики, протокол № 1 от 28 августа 2024г.

Рабочая программа утверждена УМС Естественного факультета, протокол № 1 от 29 августа 2024г.

Рабочая программа утверждена Ученым советом Естественного факультета, протокол № 1 от 30.08.2024г.

Заведующий кафедрой к.ф.-м.н., доцент



Гулбоев Б.Дж.

Зам. председатель УМС факультета



Халимов И.И.

Разработчик: к.ф.-м.н., доцент



Махмадбегов Р.С.

Разработчик от организации:



Акдодов Д.М.

Расписание занятий дисциплины

Таблица 1

Ф.И.О. преподавателя	Аудиторные занятия			Приём СРС	Место работы преподават еля
	лекция	Практические занятия (КСР, лаб.)	Лаборатор ная занятия		
Махмадбегов Р.С.					ЕНФ, РТСУ

1. ЦЕЛИ, ЗАДАЧИ И ТРЕБОВАНИИ К ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели изучения дисциплины

Следует отметить, что изучение физико-химических свойств твердых тел имеет огромных успехов и развитие, которых привело к установлению фундаментальных свойств материального мира и широко используются в различных областях: медицине, химической технологии, промышленности и технике и. т.д., которым посвящено огромное количество научных статей, монографий и учебников. В связи с этим, цель курса физика твердого тела является обучения студентов общие закономерности твердых тел и при этом изложить материал с подробными выводами аналитических выражений и с разъяснением их физического смысла, формирование физических представлений об основных понятиях и идеях физики твердого тела как разделе физики, ее задачах и методах их решения, об основных процессов происходящих в кристаллах, о видах кристаллических решеток и их основных характеристиках, о динамике кристаллических решеток, о статистике электронов и видах проводимости в различных видах кристаллических веществ, об устройствах, основанных на различных видах проводимости для применение этих знаний при работе в различных областях науки и техники, изучения вопросы, которые были бы доступны и полезны студентам и молодым специалистам для проведения ими научных исследований в области физика твердого тела.

1.2. Задачи изучения дисциплины

Дисциплины «Физика твердого тела» имеет следующих задач:

- формирование физических представлений об основных понятиях и идеях физики твердого тела и методах решения задач;
- ознакомление студентов с основными понятиями, законами и природы твердых тел, т.е. овладение понятиями и определениями, изложенными в данном курсе;
- умение изучать и анализировать состав, структура различных твердых тел;
- изучение способов физика твердого тела необходимых для исследования практических и теоретических вопросов науки, техники и т.д.

1.3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины «Физика твердого тела» направлен на формирование следующих общекультурных и профессиональных компетенций, необходимых для осуществления профессиональной деятельности:

Таблица 2.

Коды ком- петенци и	Результаты освоения ООП Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	Вид оценоч- ного средства
ОПК-2	Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять	Знать: основные определения и понятия общей и теоретической физики; основные формулы и законы общей и теоретической физики; основные методы решения задач общей и теоретической физики. основы теоретическое и экспериментальное методы исследования физических объектов; методы обработки и анализа экспериментальных данных; методы	Выступле ние

	<p>экспериментальные данные</p>	<p>сопоставления теории с экспериментальных данных в область исследуемые объекты; область подтверждение фундаментальных законов физики при научные исследования физических объектов, систем и процессов.</p> <p>Уметь: решать задачи на применение формул общей и теоретической физики; применять методы общей и теоретической физики; использовать формулы общей и теоретической физики в задачах химической физики; принимать теоретические и экспериментальные методы для исследования физических объектов; выбирать хороших методов для обработки и анализа экспериментальных данных; сопоставлять теории с экспериментальных данных в область исследуемые объекты; подтверждать фундаментальных законов физики при научные исследования физических объектов, систем и процессов.</p> <p>Владеть: навыками решения задач общей и теоретической физики; навыками анализа и исследования физических моделей физики; навыками использования методов общей и теоретической физики для решения задач физики; навыками применение теоретические и экспериментальные методы для исследования физических объектов; навыками выбора хороших методов для обработки и анализа экспериментальных данных; способностью выработка теории для экспериментальных данных в область исследуемые объекты; способностью подтверждение фундаментальных законов физики при научные исследования физических объектов, систем и процессов.</p>	<p>Коллоквиум</p> <p>Дискуссия</p>
ПК-2	<p>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</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основных методов теоретической и экспериментальной физики, экспериментальные основы научных приборов и методика проведения современного научного эксперимента в различных областях физики. - современные методы измерений и способы проведение эксперимента по определению основных физических величин во всех разделах физики, такие как оптика и спектроскопия, физика твердого тела, ядерной физики и т.д. - основные достижения, современные тенденции и современную экспериментальную базу в области физики. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проводить измерения физических характеристик 	<p>Выступление</p> <p>Коллокви</p>

	информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	объектов и осуществлять приготовление образцов и подготовку приборов для проведения измерений. - обрабатывать полученные экспериментальные данные и проводить необходимые математические преобразования физических проблем, а также делать оценки по порядку величины. Владеть: - навыками работы с современными экспериментальными научными оборудованьями и компьютерного управления современными экспериментальными установками с использованием специального программного обеспечения; - компьютерной обработки полученных экспериментальных данных и использования электронно-вычислительной техники для расчетов и презентации полученных научных результатов. - грамотного использования физического научного языка для оформления ВКР, проектов и т.п.	ум Дискуссия
ПК-2	Способностью проектировать, организовывать и анализировать педагогическую деятельность, обеспечивая последовательность изложения материала и междисциплинарные связи физики с другими дисциплинами	Знает: - основные технологии педагогического процесса и системы управления учащихся во время проведение занятия и по изложенному материалу физических дисциплин и их взаимосвязь с другими дисциплинами с учётом педагогических знаний; - методов системы управления учащихся при взаимосвязь с обществом. Умеет: - разрабатывать основные технологии педагогического процесса и системы управления учащихся во время проведение занятия и в жизни и обществе. Владеет: - современными методами управление педагогического процесса с учета современного менталитета и развитие современного общества для освоение предмета физики при проведение занятие и применение ее законов в повседневной жизни.	Выступление Коллоквиум Дискуссия

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Физика твердого тела», входящая в Федеральный компонент цикла общих математических и естественнонаучных дисциплин в государственных образовательных стандартах 3-го поколения, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 07.08.2020г. №891, включена в базовую и теоретическую часть профессионального цикла Б1.В.ДВ.04.

При освоении данной дисциплины необходимы умения и готовность («входные» знания) обучающегося по дисциплинам общего курса физики (механика, молекулярная физика, электричества и магнетизм, оптика, атомная и ядерная физика), математической физики (теоретическая механика, механика сплошных сред) и математическим дисциплинам (математический анализ, теория вероятностей, интегральная и дифференциальная уравнения).

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ КУРСА, КРИТЕРИИ НАЧИСЛЕНИЯ БАЛЛОВ

Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единиц, всего 108 часа, из которых: лекции – 24 часов, практические занятия – 12 часа, КСР – 12 часов, самостоятельная работа – 60 часов, всего часов аудиторной нагрузки – 48 часов. Зачет – 6-ой семестр.

3.1. Структура и содержание теоретической части курса (12ч)

Тема 1. Структура кристаллов - 2 ч

(Операции и элементы симметрии. Элементарные ячейки и решетки Браве. Обратная решетка. Первая зона Бриллюэна.)

Тема 2. Природа связи в твердых телах -2 ч

(Ионная связь. Ковалентная связь. Металлическая связь. Водородная связь. Флуктуационная связь)

Тема 3. Реальные твердые тела -2 ч

(Точечные статические дефекты. Подвижные дефекты. Дислокации. Двумерные и трехмерные дефекты. Поликристаллы. Аморфные твердые тела)

Тема 4. Механические свойства -2 ч

(Упругость, пластичность и прочность. Механизмы разрушения твердых тел. Кинетическая природа прочности. Элементы теории упругости)

Тема 5. Тепловые свойства, обусловленные кристаллической решеткой – 2 ч

(Решеточная теплоемкость. Неадекватность классической теории. Квантовая теория решеточной теплоемкости. Теплопроводность. Тепловое расширение. Второй звук)

Тема 6. Диэлектрики -2 ч

(Основы макроскопической электродинамики. Поляризация диэлектрика. Диэлектрическая проницаемость. Пирозлектрики, сегнетоэлектрики, электреты. Пьезоэлектрики. Электропроводность диэлектриков)

Тема 7. Металлы -2 ч

(Поверхности Ферми. Электропроводность металлов. Гальваномагнитные явления. Квантовые осцилляции в сильных магнитных полях. Скин-эффект. Циклотронный резонанс. Слабозатухающие электромагнитные волны в металлах. Электрон-электронное взаимодействие. Тепловые свойства металлов. Термоэлектрические и термогальваномагнитные явления)

Тема 8. Полупроводники – 2 ч

(Зонная структура. Равновесные концентрации носителей и проводимость собственного полупроводника. Примесная проводимость. Неравновесные процессы. Неоднородные полупроводники)

Тема 9. Диамагнетизм - 2 ч

(Диамагнетизм свободных электронов. Диамагнетизм атомных электронов)

Тема 10. Парамагнетизм -2ч

(Парамагнетизм свободных электронов. Магнитные моменты ионов. Ионный парамагнетизм. Магнитное охлаждение)

Тема 11. Сверхпроводимость - 2 ч

(Основные экспериментальные факты. Феноменологические теории. Природа сверхпроводимости. Эффекты Джозефсона)

Тема 12. Ядерный магнитный резонанс – 2ч.

(Моменты ядер. Взаимодействие ядерных моментов с окружением. Особенности в различных веществах и применения ЯМР)

Итого 24ч

3.2. Структура и содержание практической части курса (1ч)

Цель практических занятий – способствовать лучшему усвоению и закреплению теоретических знаний, полученных из лекционного курса и изучения литературы.

Практические занятия состоят из трех частей — вводной, основной и заключительной.

Вводная часть занятия содержит формулировку его цели, ответы на вопросы студентов по домашнему заданию, контроль его выполнения в любой форме и обсуждение понятий, утверждений и методов, знание которых необходимо для продуктивной работы на занятии.

Основная часть занятия включает в себя обсуждение типовых задач по теме занятия, методов и их решения, а также самостоятельное решение задач под руководством и при

необходимой помощи преподавателя. В основную часть занятия входит также обучение студентов умению проверять, анализировать и интерпретировать полученные результаты.

Заключительная часть занятия содержит анализ тех знаний и умений, которые осваивались на занятии и должны быть закреплены при выполнении домашнего задания. Полезно также обсудить, при изучении, каких разделов данного курса и других дисциплин эти знания и умения будут необходимы. Выдача заданий для самостоятельной работы студентов и подробные рекомендации по его выполнению.

Занятие 1. Решение задач о структуры кристаллов. – 2 часа.

Занятие 2. Решение задач о природы связи в твердых телах – 2 часа.

Занятие 3. Решение задач о реальные твердые тела. – 2 часа.

Занятие 4. Решение задач о механические свойства. – 2 часа.

Занятие 5. Решение задач о тепловые свойства кристалла – 2 часа.

Занятие 6. Решение задач о металлов, диэлектриков и полупроводников. – 2 часа.

Итого 12ч

3.3. Структура и содержание КСР (12ч)

Занятие 1. Контроль самостоятельных работ на тему: Дифракция волн на кристаллической решетке. – 2 часа.

Занятие 2. Контроль самостоятельных работ на тему: Динамика кристаллической решетки. – 2 часа.

Занятие 3. Контроль самостоятельных работ на тему: Свободные независимые электроны. Электроны в периодическом поле решетки. – 2 часа.

Занятие 4. Контроль самостоятельных работ на тему: Эмиссия электронов с поверхности твердого тела – 2 часа.

Занятие 5. Контроль самостоятельных работ на тему: Электронный парамагнитный резонанс. Магнитное упорядочение – 2 часа.

Занятие 6. Контроль самостоятельных работ на тему: Эффект Мессбауэра. Рассеяние медленных нейтронов в твердом теле – 2 часа.

Итого 12 ч

Таблица 4

№ п/п	Раздел Дисциплины	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Лит-ра	Кол-во баллов в неделю
		Лек	Пр	Лаб.	КСР	СРС		
	Наименование тем							
Семестр								
1.	Структура кристаллов	2				2,5	1-4	12,5
2	Природа связи в твердых телах	2				2,5	1-4	
3	Решение задач		2			2,5	1-4	12,5
4	Дифракция волн на кристаллической решетке				2	2,5	1-4	12,5
5	Реальные твердые тела	2				2,5	1-4	12,5
6	Механические свойства	2				2,5	1-4	
7	Решение задач		2			2,5	1-4	12,5
8	Динамика кристаллической решетки				2	2,5	1-4	12,5
9	Тепловые свойства, обусловленные кристаллической решеткой	2				2,5	1-4	12,5
10	Диэлектрики	2				2,5	1-4	
11	Решение задач		2			2,5	1-4	12,5
12	Свободные независимые электроны. Электроны в периодическом поле решетки				2	2,5	1-4	12,5
13	Металлы	2				2,5	1-4	12,5

14	Полупроводники	2				2,5	1-4	
15	Решение задач		2			2,5	1-4	12,5
16	Эмиссия электронов с поверхности твердого тела				2	2,5	1-4	12,5
17	Диализмагнетизм	2				2,5	1-4	12,5
18	Парамагнетизм	2				2,5	1-4	
19	Решение задач		2			2,5	1-4	12,5
20	Электронный парамагнитный резонанс. Магнитное упорядочение				2	2,5	1-4	
21	Сверхпроводимость	2				2,5	1-4	12,5
22	Ядерный магнитный резонанс	2				2,5	1-4	
23	Решение задач		2			2,5	1-4	12,5
24	Эффект Мессбауэра. Рассеяние медленных нейтронов в твердом теле				2	2,5	1-4	
		24	12		12	60		200

3.4. Формы контроля и критерии начисления баллов

Контроль усвоения студентом каждой темы осуществляется в рамках балльно-рейтинговой системы (БРС), включающей текущий, рубежный и итоговый контроль. Студенты 3 курса, обучающиеся по кредитно-рейтинговой системе обучения, могут получить максимально возможное количество баллов - 300. Из них на текущий и рубежный контроль выделяется 200 баллов или 49% от общего количества.

На итоговый контроль знаний студентов выделяется 51% или 100 баллов.

Порядок выставления баллов: 1-й рейтинг (1-6 недели до 16 баллов+20 баллов (6 неделя – Рубежный контроль №1) = 100 баллов), 2-й рейтинг (7-12 недели до 16 баллов+20 баллов (12 неделя – Рубежный контроль №2) = 100 баллов), итоговый контроль 100 баллов.

К примеру, за текущий и 1-й рубежный контроль выставляется 100 баллов: лекционные занятия – 30 балл, за практические занятия (КСР, лабораторные) – 20 балл, за СРС – 20 баллов, требования ВУЗа – 10 баллов, рубежный контроль – 20 баллов.

В случае пропуска студентом занятий по уважительной причине (при наличии подтверждающего документа) в период академической недели деканат факультета обращается к проректору по учебной работе с представлением об отработке студентом баллов за пропущенные дни по каждой отдельной дисциплине с последующим внесением их в электронный журнал.

Итоговая форма контроля по дисциплине (экзамен) проводится как в форме тестирования, так и в традиционной (устной) форме. Тестовая форма итогового контроля по дисциплине предусматривает: для естественнонаучных направлений – 10 тестовых вопросов на одного студента, где правильный ответ оценивается в 10 баллов. Тестирование проводится в электронном виде, устный экзамен на бумажном носителе с выставлением оценки в ведомости по аналогичной системе с тестированием.

Таблица 5

Неделя	Активное участие на лекционных занятиях, написание конспекта и выполнение других видов работ	Активное участие на практических (семинарских) занятиях, лабораторных, КСР	СРС Написание реферата и выполнение других видов работ	Административный балл за примерное поведение	Балл за рубежный и итоговый контроль	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	6	4	4	2	-	16
2	6	4	4	2	-	16
3	6	4	4	2	-	16
4	6	4	4	2	-	16
5	6	4	4	2	-	16

6	первый рубежный контроль				20	
7	6	4	4	2	-	16
8	6	4	4	2	-	16
9	6	4	4	2	-	16
10	6	4	4	2	-	16
11	6	4	4	2	-	16
12	второй рубежный контроль				20	
Всего:	60	40	40	20	40	200
Итоговый контроль (экзамен)					100	100
Итого:	60	40	40	20	140	300

Формула вычисления результатов дистанционного контроля и итоговой формы контроля по дисциплине за семестр для студентов 3-х курсов:

$$ИБ = \left[\frac{(P_1 + P_2)}{2} \right] \cdot 0,49 + Эи \cdot 0,51 ,$$

где ИБ – итоговый балл, P_1 - итоги первого рейтинга, P_2 - итоги второго рейтинга, Эи – результаты итоговой формы контроля (экзамен).

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Самостоятельная работа позволяет оптимально сочетать теоретическую и практическую составляющие обучения. При этом обеспечивается упорядочивание теоретических знаний, что в конечном счёте, приводит к повышению мотивации обучающихся в их освоении. Самостоятельная работа планируется и организуется с целью углубления и расширения теоретических знаний, формирования самостоятельного логического мышления. Организация этой работы позволяет оперативно обновлять содержание образования, создавая предпосылки для формирования базовых (ключевых) компетенций категории интеллектуальных (аналитических) и обеспечивая, таким образом, качество подготовки специалистов на конкурентоспособном уровне. Из всех ключевых компетенций, которые формируются в процессе выполнения самостоятельных работ, следует выделить следующие: умение учиться, умение осуществлять поиск и интерпретировать информацию, повышение ответственности за собственное обучение.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать справочную и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов:
- творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развития исследовательских умений.

По дисциплине «Физика твердого тела» используется два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

К основным аудиторным видам относятся:

- активная работа на лекциях
- активная работа на практических занятиях
- контрольно-обучающие программы тестирования (КОПТ).
- выполнение контрольных работ.

Внеаудиторная работа проводится в следующих видах:

- проработка лекционного материала,
- подготовка к практическим занятиям,

- подготовка к аудиторным контрольным работам,
- выполнение ИДЗ,
- подготовка к защите ИДЗ,
- подготовка к зачету.

Таблица 6.

№ п/п	Объем СРС в ч.	Тема СРС	Форма и вид СРС	Форма контроля
1	3	Структура кристаллов. Операции и элементы симметрии. Элементарные ячейки и решетки Браве. Обратная решетка. Первая зона Бриллюэна.	Письменное решение упражнений и задач (ИДЗ)	Защита работы
2	3	Дифракция волн на кристаллической решетке. Условия дифракции. Методы рентгеновского структурного анализа.	Письменное решение упражнений и задач (ИДЗ)	Защита работы
3	3	Природа связи в твердых телах. Ионная связь. Ковалентная связь. Металлическая связь. Водородная связь. Флуктуационная связь.	Письменное решение упражнений и задач (ИДЗ)	Защита работы
4	3	Реальные твердые тела. Точечные статические дефекты. Подвижные дефекты. Дислокации. Двумерные и трехмерные дефекты. Поликристаллы. Аморфные твердые тела	Письменное решение упражнений и задач (ИДЗ)	Защита работы
5	3	Механические свойства. Упругость, пластичность и прочность. Механизмы разрушения твердых тел. Кинетическая природа прочности. Элементы теории упругости.	Письменное решение упражнений и задач (ИДЗ)	Защита работы
6	3	Динамика кристаллической решетки. Упругие волны в цепочке атомов. Упругие волны в трехмерном кристалле. Квантовая теория упругих волн в кристалле. Ангармонизм колебаний решетки. Экспериментальное нахождение закона дисперсии фононов.	Письменное решение упражнений и задач (ИДЗ)	Защита работы
7	3	Тепловые свойства, обусловленные кристаллической решеткой. Решеточная теплоемкость. Неадекватность классической теории. Квантовая теория решеточной теплоемкости. Теплопроводность. Тепловое расширение. Второй звук.	Письменное решение упражнений и задач (ИДЗ)	Защита работы
8	3	Диэлектрики. Основы макроскопической электродинамики. Поляризация диэлектрика. Диэлектрическая проницаемость. Пирозлектрики, сегнетоэлектрики, электреты. Пьезоэлектрики. Электропроводность диэлектриков.	Письменное решение упражнений и задач (ИДЗ)	Защита работы
9	3	Свободные независимые электроны. Электроны в периодическом поле решетки. Классическая теория электронного газа. Квантовая теория газа свободных независимых электронов. Теорема Блоха. Энергетические зоны. Полуклассическая динамика электронов.	Письменное решение упражнений и задач (ИДЗ)	Защита работы
10	3	Металлы. Поверхности Ферми.	Письменное	Защита

		Электропроводность металлов. Гальваномагнитные явления. Квантовые осцилляции в сильных магнитных полях. Скин-эффект. Циклотронный резонанс. Слабозатухающие электромагнитные волны в металлах. Электрон-электронное взаимодействие. Тепловые свойства металлов. Термоэлектрические и термогальваномагнитные явления.	решение упражнений и задач (ИДЗ)	работы
11	3	Полупроводники. Зонная структура. Равновесные концентрации носителей и проводимость собственного полупроводника. Примесная проводимость. Неравновесные процессы. Неоднородные полупроводники	Письменное решение упражнений и задач (ИДЗ)	Защита работы
12	3	Эмиссия электронов с поверхности твердого тела. Термоэлектронная эмиссия. Автоэлектронная эмиссия. Фотоэмиссия. Вторичная эмиссия. Эффект Оже.	Письменное решение упражнений и задач (ИДЗ)	Защита работы
13	3	Диамagnetизм. Диамagnetизм свободных электронов. Диамagnetизм атомных электронов	Письменное решение упражнений и задач (ИДЗ)	Защита работы
14	3	Парамагнетизм. Парамагнетизм свободных электронов. Магнитные моменты ионов. Ионный парамагнетизм. Магнитное охлаждение	Письменное решение упражнений и задач (ИДЗ)	Защита работы
15	3	Электронный парамагнитный резонанс. Квантовая трактовка парамагнитного резонанса. Квазиклассическое описание ЭПР. Спиновое эхо. Процессы релаксации. Некоторые вопросы методики.	Письменное решение упражнений и задач (ИДЗ)	Защита работы
16	3	Магнитное упорядочение. Теория Вейсса. Обменное взаимодействие. Виды магнитного упорядочения. Домены и процессы намагничивания. Динамические процессы. Спиновые волны.	Письменное решение упражнений и задач (ИДЗ)	Защита работы
17	3	Сверхпроводимость. Основные экспериментальные факты. Феноменологические теории. Природа сверхпроводимости. Эффекты Джозефсона.	Письменное решение упражнений и задач (ИДЗ)	Защита работы
18	3	Ядерный магнитный резонанс. Моменты ядер. Взаимодействие ядерных моментов с окружением. Особенности в различных веществах и применения ЯМР.	Письменное решение упражнений и задач (ИДЗ)	Защита работы
19	3	Эффект Мессбауэра. Резонансная флюоресценция гамма-квантов. Открытие эффекта Мессбауэра. Методика наблюдения. Теория. Применения.	Письменное решение упражнений и задач (ИДЗ)	Защита работы
20	3	Рассеяние медленных нейтронов в твердом теле. Свойства нейтронов. Методика получения и использования медленных нейтронов. Виды рассеяния нейтронов в твердом теле.	Письменное решение упражнений и задач (ИДЗ)	Защита работы

Итого 60 ч				

5. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. **Шиманский, В. И.** Основы физики твердого тела : учеб.-метод. пособие / В. И. Шиманский, Е. П. Туромша, Н. Н. Кольчевский. – Минск : БГУ, 2021. – 207 с. ISBN 978-985-881-125-9.
2. **Гуревич А. Г.** Физика твердого тела: Учеб. пособие для вузов / ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН. — СПб.: Невский Диалект; БХВ-Петербург, 2004. — 320 с.: ил.
3. *Анималу, А.* Квантовая теория кристаллических твердых тел / А. Анималу. – М. : Мир, 1981. – 574 с.
4. *Ансельм, А. И.* Введение в теорию полупроводников / А. И. Ансельм. – М. : Наука, 1978. – 616 с.
5. *Ашкрофт, Н.* Физика твердого тела : в 2 т. / Н. Ашкрофт, Н. Мермин. – М. : Мир, 1979. – 2 т.
6. *Брандт, Н. Б.* Квазичастицы в физике конденсированного состояния / Н. Б. Брандт, В. А. Кульбачинский. – М. : Физматлит, 2007. – 632 с.
7. *Вонсовский, С. В.* Магнетизм / С. В. Вонсовский. – М. : Наука, 1984. – 208 с.
8. *Губанов, В. А.* Магнетизм и химическая связь в кристаллах / В. А. Губанов, А. И. Лихтенштейн, А. В. Постников. – М. : Наука, 1985. – 248 с.
9. *Жданов, Г. С.* Лекции по физике твердого тела: Принципы строения, реальная структура, фазовые превращения / Г. С. Жданов, А. Г. Хунджуа. – М. : Изд-во МГУ, 1988. – 231 с.
10. Задачи по физике твердого тела / под ред. Г. Дж. Голдсмида. – М. : Наука, 1976. – 432 с.

Дополнительная литература:

11. *Зиненко, В. И.* Основы физики твердого тела : учеб. пособие / В. И. Зиненко, Б. П. Сорокин, П. П. Турчин. – М. : Физматлит, 2001. – 336 с.
12. *Киттель, Ч.* Введение в физику твердого тела / Ч. Киттель. – М. : Наука, 1978. – 791 с.
13. *Павлов, П. В.* Физика твердого тела / П. В. Павлов, А. Ф. Хохлов. – М. : Высш. шк., 2000. – 494 с.
14. *Прудников, В. В.* Квантово-статистическая теория твердых тел : учеб. пособие / В. В. Прудников, П. В. Прудников, М. В. Мамонова. – 2-е изд. – СПб. : Лань, 2016. – 448 с.
15. *Сирота, Д. И.* Физика твердого тела: Сборник задач с подробными решениями : учеб. пособие / Д. И. Сирота. – М : Либроком, 2016. – 184 с.
16. Теория неоднородного электронного газа / под ред. С. Лундквиста, Н. Марча. – М. : Мир, 1987. – 400 с.
17. *Шалимова, К. В.* Физика полупроводников / К. В. Шалимова. – М. : Энергия, 1985. – 392 с.
18. *Шаскольская, М. П.* Кристаллография / М. П. Шаскольская. – М. : Высш. шк., 1984. – 376 с.

Интернет-ресурсы:

1. <https://biblio-online.ru>
2. <http://webmath.exponenta.ru>.
3. <https://urait.ru/viewer/teoreticheskaya-mehanika>

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины:

- Работа с литературой – 3 час в неделю;
- Подготовка к практическому занятию – 3 час;
- Подготовка к экзамену – 4 часов;

Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется следующая последовательность действий:

1. В течение недели выбрать время для работы с литературой по физике конденсированной сред.

2. При подготовке к практическим занятиям следующего дня, необходимо сначала прочитать основные понятия и теоремы по теме домашнего задания. При выполнении упражнения или задачи нужно сначала понять, что требуется в задаче, какой теоретический материал нужно использовать, наметить план решения задачи. Если это не дало результатов, и Вы сделали задачу «по образцу» аудиторной задачи, или из методического пособия, нужно после решения такой задачи обдумать ход решения и попробовать решить аналогичную задачу самостоятельно.

Основная часть теоретического материала курса дается в ходе практических занятий, хотя часть материала может изучаться и самостоятельно по учебной литературе.

Рекомендуется использовать текст лекций преподавателя (если он имеется), пользоваться рекомендациями по изучению дисциплины; использовать литературу, рекомендуемую составителями программы; использовать вопросы к зачету, примерные контрольные работы. Учесть требования, предъявляемые к студентам и критерии оценки знаний.

Учебно-методический комплекс (УМК) призван помочь студенту понять специфику изучаемого материала, а в конечном итоге – максимально полно и качественно его освоить.

В первую очередь студент должен осознать предназначение комплекса: его структуру, цели и задачи. Для этого он знакомится с преамбулой, оглавлением УМК, говоря иначе, осуществляет первичное знакомство с ним.

Далее студент внимательно прочитывает и осмысливает тот раздел, задания которого ему необходимо выполнить.

Выполнение *всех* заданий, определяемых содержанием курса, предполагает работу с научными исследованиями (монографиями и статьями). Перед работой с научными источниками студенту следует обратиться к основной учебной литературе – учебным пособиям и хрестоматиям. Это позволит ему сформировать общее представление о существовании интересующего вопроса.

Системный подход к изучению предмета предусматривает не только тщательное чтение специальной литературы, но и обращение к дополнительным источникам – справочникам, энциклопедиям, словарям. Эти источники – важное подспорье в самостоятельной работе студента (СРС и НИРС), поскольку глубокое изучение именно их материалов позволит студенту уверенно «распознавать», а затем самостоятельно оперировать научными категориями и понятиями, следовательно – освоить новейшую научную терминологию. Такого рода *работа с литературой* обеспечивает решение студентом поставленной перед ним задачи (подготовка к практическому занятию, выполнение контрольной работы и т.д.).

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Аудитории Естественнонаучного факультета, в которых проводятся занятия по дисциплине «**Физика твердого тела**» оснащены проектором для проведения презентаций, чтобы сделать более наглядными и понятными доказательства теорем, методики и алгоритмы решения задач и примеров, иллюстрирующих теоретические выводы и их прикладную направленность. Также в университете имеется обширный библиотечный фонд, не только печатных, но и электронных изданий, с которыми студенты могут ознакомиться в открытом доступе.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

8.1. Итоговая система оценок по кредитно-рейтинговой системе с использованием буквенных символов

Форма итоговой аттестации экзамен в 6 семестре.

Форма промежуточной аттестации (1 и 2 рубежный контроль) проводится путем выполнения самостоятельного задания.

Итоговая система оценок по кредитно-рейтинговой системе с использованием буквенных символов

Оценка по буквенной системе	Диапазон соответствующих наборных баллов	Численное выражение оценочного балла	Оценка по традиционной системе
A	10	95-100	Отлично
A-	9	90-94	
B+	8	85-89	Хорошо
B	7	80-84	
B-	6	75-79	
C+	5	70-74	Удовлетворительно
C	4	65-69	
C-	3	60-64	
D+	2	55-59	
D	1	50-54	
Fx	0	45-49	Неудовлетворительно
F	0	0-44	

Содержание текущего контроля, промежуточной аттестации, итогового контроля раскрываются в фонде оценочных средств, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС ВО.

ФОС по дисциплине является логическим продолжением рабочей программы учебной дисциплины. ФОС по дисциплине прилагается.