

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

Утверждаю  
Декан естественного факультета  
*Махмадбегов Р.С.*  
« 11 » \_\_\_\_\_ 2023



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
«ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА»  
Направление подготовки 03.03.02.- физика  
Форма подготовки – очная  
Уровень подготовки - бакалавр**

Душанбе 2023

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

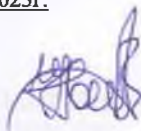
- требования работодателей, профессиональных стандартов по направлению (для общепрофессиональных и профессиональных дисциплин);
- содержание программ дисциплин, изучаемых на предыдущих и последующих этапах обучения;
- новейшие достижения в данной предметной области.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры математики и физики, протокол № 1 от 28 августа 2023г.

Рабочая программа утверждена УМС Естественнонаучного факультета, протокол № 1 от 28 августа 2023г.

Рабочая программа утверждена Ученым советом Естественнонаучного факультета, протокол № 1 от 29 08. 2023г.

Заведующий кафедрой к.ф.-м.н., доцент



Гаибов Д.С.

Зам. председатель УМС факультета



Абдулхаева Ш.Р.

Разработчик: к.ф.-м.н., доцент



Махмадбегов Р.С.

## Расписание занятий дисциплины

Таблица 1

Ф.И.О. преподавателя	Аудиторные занятия		Приём СРС	Место работы преподавателя
	лекция	Практические занятия (КСР, лаб.)		
Махмадбегов Р.С.				

### 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: 1. формирование физических представлений об основных понятиях и идеях физики твердого тела и методах решения задач; 1. ознакомление студентов с основными понятиями, законами и природы твердых тел, т.е. овладение понятиями и определениями, изложенными в данном курсе; 2. умение изучать и анализировать состав, структура различных твердых тел; 3. 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 компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	Вид оценочного средства
------------------	------------------------	---	-------------------------

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	<p><b>ИПК 2.1.</b> Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы теоретической и экспериментальной физики, экспериментальные основы и технику проведения современного научного эксперимента в этих областях.</li> <li>- современные методы измерений и приборную базу, и определения основных физических величин и понятий всех разделах физики, такие как спектроскопии, физики твердого тела и т.д.</li> <li>- историю развития, основные достижения, современные тенденции и современную экспериментальную базу.</li> </ul> <p><b>ИПК 2.2.</b> Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить измерения характеристик структур объектов и осуществлять приготовление образцов и подготовку приборов для проведения измерений.</li> <li>- обрабатывать полученные экспериментальные данные и проводить необходимые математические преобразования массивов данных, а также делать оценки по порядку величины.</li> </ul> <p><b>ИПК 2.3.</b> Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками работы с современным экспериментальным оборудованием и компьютерного управления современными экспериментальными установками с использованием специального программного обеспечения;</li> <li>- компьютерной обработки полученных экспериментальных данных и использования электронно-вычислительной техники для расчетов и презентации полученных результатов.</li> <li>- грамотного использования физического научного языка</li> </ul>	<p>Устный опрос</p> <p>Коллоквиум</p> <p>Дискуссия</p>
------	---	--	--

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Дисциплина «Физика твердого тела», входящая в Федеральный компонент цикла обязательных математических и естественнонаучных дисциплин в государственных образовательных стандартах 3-го поколения, включена в обязательную часть профессионального цикла Б1.В.ДВ.04.

При освоении данной дисциплины необходимы умения и готовность («входные» знания) обучающегося по дисциплинам 1-2, указанных в Таблице 2.

Изучение данной дисциплины опирается на знания, полученные при изучении дисциплин: “Высшая математика”, “Атомная физика”, “Теоретическая физика” и “Статистическая физика”.

2.2. К исходным требованиям, необходимым для изучения дисциплины «Физика твердого тела» относятся знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин естественного направления:

### **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. Пироэлектрики, 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 структуре 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								
<b>Семестр</b>								
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	Диамagnetизм	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				2	2,5	1-4	

	медленных нейтронов в твердом теле						
		24	12		12	18	200

### 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 курсов**, 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 (1-7 недели до 12,5 баллов+12,5 баллов (8 неделя – Рубежный контроль №1) = 100 баллов), 2-й рейтинг (9-15 недели до 12,5 баллов+12,5 баллов (16 неделя – Рубежный контроль №2) = 100 баллов), итоговый контроль 100 баллов.

К примеру, за текущий и 1-й рубежный контроль выставляется 100 баллов: лекционные занятия – 21 балл, за практические занятия (КСР, лабораторные) – 31,5 балл, за СРС – 17,5 баллов, требования ВУЗа – 17,5 баллов, рубежный контроль – 12,5 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, КСР	СРС Написание реферата, доклада, эссе Выполнение других видов работ	Выполнение положения высшей школы (установленная форма одежды, наличие рабочей папки, а также других пунктов устава высшей школы)	Всего
1	2	3	4	5	7
1	3	4	3	2,5	12,5
2	3	4	3	2,5	12,5
3	3	4	3	2,5	12,5
4	3	4	3	2,5	12,5
5	3	4	3	2,5	12,5
6	3	4	3	2,5	12,5
7	3	4	3	2,5	12,5
8	3	4	3	2,5	12,5
<b>Первый рейтинг</b>	<b>24</b>	<b>32</b>	<b>24</b>	<b>20</b>	<b>100</b>



1	3	4	3	2,5	12,5
2	3	4	3	2,5	12,5
3	3	4	3	2,5	12,5
4	3	4	3	2,5	12,5
5	3	4	3	2,5	12,5
6	3	4	3	2,5	12,5
7	3	4	3	2,5	12,5
8	3	4	3	2,5	12,5
<b>Второй рейтинг</b>	<b>24</b>	<b>32</b>	<b>24</b>	<b>20</b>	<b>100</b>
<b>Итого</b>	<b>48</b>	<b>64</b>	<b>48</b>	<b>40</b>	<b>200</b>

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 (индивидуальные домашние задание)	Защита работы
2	3	Дифракция волн на кристаллической решетке. Условия дифракции. Методы рентгеновского структурного анализа.	Письменное решение упражнений и задач (индивидуальные домашние задание)	Защита работы
3	3	Природа связи в твердых телах. Ионная связь. Ковалентная связь. Металлическая связь. Водородная связь. Флуктуационная связь.	Письменное решение упражнений и задач (индивидуальные домашние задание)	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 (индивидуальные домашние задание)	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 (индивидуальные домашние задание)	Защита работы
6	3	Динамика кристаллической решетки. Упругие волны в цепочке атомов. Упругие волны в трехмерном кристалле.	Письменное решение упражнений и задач (индивидуальные домашние задание)	Защита работы

		Квантовая теория упругих волн в кристалле. Ангармонизм колебаний решетки. Экспериментальное нахождение закона дисперсии фононов.		
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 (индивидуальные домашние задание)	Защита работы
8	3	Диэлектрики. Основы макроскопической электродинамики. Поляризация диэлектрика. Диэлектрическая проницаемость. Пироэлектрики, сегнетоэлектрики, электреты. Пьезоэлектрики. Электропроводность диэлектриков.	Письменное решение упражнений и задач (индивидуальные домашние задание)	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 (индивидуальные домашние задание)	Защита работы
10	3	Металлы. 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.	Письменное решение упражнений и задач (индивидуальные домашние задание)	Защита работы
11	3	Полупроводники. Зонная структура. Равновесные концентрации носителей и проводимость собственного полупроводника. Примесная	Письменное решение упражнений и задач (индивидуальные домашние задание)	Защита работы

		проводимость. Неравновесные процессы. Неоднородные полупроводники		
12	3	Эмиссия электронов с поверхности твердого тела. Термоэлектронная эмиссия. Автоэлектронная эмиссия. Фотоэмиссия. Вторичная эмиссия. Эффект Оже.	Письменное решение упражнений и задач (индивидуальные домашние задание)	Защита работы
13	3	Диамagnetизм. Диамagnetизм свободных электронов. Диамagnetизм атомных электронов	Письменное решение упражнений и задач (индивидуальные домашние задание)	Защита работы
14	3	Парамагнетизм. Парамагнетизм свободных электронов. Магнитные моменты ионов. Ионный парамагнетизм. Магнитное охлаждение	Письменное решение упражнений и задач (индивидуальные домашние задание)	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 (индивидуальные домашние задание)	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 (индивидуальные домашние задание)	Защита работы
17	3	Сверхпроводимость. Основные экспериментальные факты. Феноменологические теории. Природа сверхпроводимости. Эффекты Джозефсона.	Письменное решение упражнений и задач (индивидуальные домашние задание)	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 (индивидуальные домашние задание)	Защита работы
19	3	Эффект Мессбауэра. Резонансная флюоресценция гамма-квантов. Открытие эффекта Мессбауэра. Методика наблюдения. Теория. Применения.	Письменное решение упражнений и задач (индивидуальные домашние задание)	Защита работы
20	3	Рассеяние медленных нейтронов в	Письменное решение упражнений и задач	Защита работы

	твердом теле. Свойства нейтронов. Методика получения и использования медленных нейтронов. Виды рассеяния нейтронов в твердом теле.	(индивидуальные домашние задание)	
<b>Итого 60 ч</b>			

## 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 существе 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.*

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

Таблица 7

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