

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Мордовский государственный педагогический
университет имени М.Е. Евсевьева»**

Физико-математический факультет
Кафедра физики и методики обучения физике

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Физика твердого тела**

Направление подготовки: 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя
профилями подготовки)

Профиль подготовки: Физика. Информатика

Форма обучения: Очная

Разработчики: старший преподаватель кафедры Физики и методики обучения
физике Горшунов М. В.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры, протокол № 15 от
18.04.2019 года

Зав. кафедрой  _____Абушкин Х. Х.

Программа с обновлениями рассмотрена и утверждена на заседании кафедры,
протокол № 1 от 01.09.2020 года

Зав. кафедрой  _____Харитонов А. А.

1. Цель и задачи изучения дисциплины

Цель изучения дисциплины - заключается в формировании научной картины и целостного представления о микромире, раскрытии современной теории электронной структуры вещества для постановки и решения исследовательских задач

Задачи дисциплины:

- особенностей поведения электронов в кристалле;
- научных методов и истории изучения взаимодействия электронов с электромагнитными полями;
- теоретического описания периодических структур, кинетических явлений и сверхпроводимости;
- использование содержательной линии дисциплины при использовании образовательных программ различных уровней в соответствии с современными методиками и технологиями;
- использование содержательной линии дисциплины при проектировании содержаний образовательных программ и их элементов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина К.М.06.09 «Физика твердого тела» изучается на 4 курсе, в 7 семестре.

Для изучения дисциплины требуется: знание навыков решения ряда типовых задач профессиональной деятельности, для последующего изучения курса ОТФ: Квантовая механика.

Изучению дисциплины К.М.06.09 «Физика твердого тела» предшествует освоение дисциплин (практик):

К.М.06.02 Механика.

Освоение дисциплины К.М.06.09 «Физика твердого тела» является необходимой основой для последующего изучения дисциплин (практик):

К.М.06.11 Квантовая механика.

Область профессиональной деятельности, на которую ориентирует дисциплина «Физика твердого тела», включает: образование, социальную сферу, культуру.

Типы задач и задачи профессиональной деятельности, к которым готовится обучающийся, определены учебным планом.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Компетенция в соответствии ФГОС ВО	
Индикаторы достижения компетенций	Образовательные результаты
ПК-11. Способен использовать теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения) и в области образования.	
педагогический деятельность	
ПК-11.1 Использует теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в предметной области в соответствии с профилем и уровнем обучения и в области образования.	знать: - теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в предметной области в соответствии с профилем и уровнем обучения и в области образования; уметь: - уметь использовать теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в предметной области в соответствии с профилем и уровнем обучения и в области образования; владеть: - теоретическими и практическими знаниями для постановки и решения исследовательских задач в предметной области в соответствии с профилем и уровнем обучения и в области образования.

проектный деятельность

ПК-3. Способен реализовывать образовательные программы различных уровней в соответствии с современными методиками и технологиями, в том числе информационными, для обеспечения качества учебно-воспитательного процесса.

педагогический деятельность

ПК-3.2 Осуществляет отбор предметного содержания, методов, приемов и технологий, в том числе информационных, обучения, организационных форм учебных занятий, средств диагностики в соответствии с планируемыми результатами обучения.	знать: - как осуществляется отбор предметного содержания, методов, приемов и технологий, в том числе информационных, обучения, организационных форм учебных занятий, средств диагностики в соответствии с планируемыми результатами обучения; уметь: - осуществлять отбор предметного содержания, методов, приемов и технологий, в том числе информационных, обучения, организационных форм учебных занятий, средств диагностики в соответствии с планируемыми результатами обучения; владеть: - навыками отбора предметного содержания, методов, приемов и технологий, в том числе информационных, обучения, организационных форм учебных занятий, средств диагностики в соответствии с планируемыми результатами обучения.
ПК-3.4 Формирует познавательную мотивацию обучающихся к физике и информатике в рамках урочной и внеурочной деятельности.	знать: - как формируется познавательная мотивация обучающихся к физике и информатике в рамках урочной и внеурочной деятельности; уметь: - формировать познавательную мотивацию обучающихся к физике и информатике в рамках урочной и внеурочной деятельности; владеть: - методами формирования познавательной мотивации обучающихся к физике и информатике в рамках урочной и внеурочной деятельности.

проектный деятельность

ПК-6. Способен проектировать содержание образовательных программ и их элементов.

педагогический деятельность

проектный деятельность

ПК-6.1 Участвует в проектировании основных и дополнительных образовательных программ.	знать: - проектирование основных и дополнительных образовательных программ; уметь: - проектировать основные и дополнительные образовательные программы; владеть: - навыками проектирования основных и дополнительных образовательных программ.
---	---

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Седьмой семестр
Контактная работа (всего)	32	32
Лекции	16	16
Практические	16	16
Самостоятельная работа (всего)	40	40
Виды промежуточной аттестации		
Зачет		+
Общая трудоемкость часы	72	72
Общая трудоемкость зачетные единицы	2	2

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основы ФТТ:

Тема 1. Конденсированное состояние вещества. Кристаллическая решетка. Простые кристаллические структуры. Обозначения плоскостей и направлений в кристалле. Индексы Миллера. Вычисление периода решетки. зона Бриллюэна. Тема 2 Решетки Бравэ. Тема 3. Операторы трансляции и квазиимпульса. Собственные значения и свойства. Тема 4. Динамика кристаллической решетки. Колебания одномерной цепочки атомов. Колебания сложной цепочки атомов. Ячейка Вигнера Зейтца. Тема.5 Скорость, ускорение и эффективная масса электрона в полупроводниках.

Раздел 2. Теории и методы ФТТ:

Тема 6. Теплоемкость твердых тел. Модели Эйнштейна и Дебая. Электронная теплоемкость. Фононы. Тема 7. Электрон в периодическом поле кристалла. Теорема Блоха. Зонная структура энергетического спектра электронов. Тема 8. Статистика носителей заряда. Статистика Ферми-Дирака. Энергия Ферми. Тема 9. Зонная теория твердых тел. Энергетические зоны кристаллов, их образование и заполнение. Металлы, полупроводники и диэлектрики. Тема 10. Волновые функции электрона в периодической решетке. Эффективная масса электрона в кристалле. Распределение квантовых состояний внутри энергетической зоны. Тема 11. Квантование энергии электрона в магнитном поле. Уровни Ландау. Тема 12. Магнитные свойства твердых тел. Диа- и парамагнетизм свободных атомов и электронного газа. Виды магнетизма твердых тел: ферромагнетизм, антиферромагнетизм, ферримагнетизм.

5.2. Содержание дисциплины: Лекции (16 ч.)

Раздел 1. Основы ФТТ (8 ч.)

Тема 1. Зона Бриллюэна (2 ч.)

Изучение зоны Бриллюэна. Определение и ее физический смысл. Построение зон Бриллюэна для различных решеток.

Тема 2. Решетки Бравэ (2 ч.)

Рассмотрение пространственных и двумерных решеток Бравэ. Характеристики элементарных ячеек пространственных решеток Бравэ.

Тема 3. Оператор трансляции (2 ч.)

Изучение оператора трансляции

Тема 4. Ячейка Вигнера-Зейца (2 ч.)

Изучение ячейки Вигнера-Зейтца

Раздел 2. Теории и методы ФТТ (8 ч.)

Тема 5. Теория Эйнштейна (2 ч.)

Теория теплоемкости кристаллической решетки Эйнштейна. Температура Эйнштейна. Гармонический осциллятор.

Тема 6. Теория Дебая (2 ч.)

Теория теплоемкости кристаллической решетки Дебая. Температура Дебая.

Тема 7. Статистика Ферми-Дирака (2 ч.)

Статистика носителей заряда. Статистика Ферми-Дирака. Энергия Ферми.

Тема 8. Магнитные свойства твердых тел. (2 ч.)

Магнитные свойства твердых тел. Диа- и парамагнетизм свободных атомов и электронного газа. Виды магнетизма твердых тел: ферромагнетизм, антиферромагнетизм, ферримагнетизм.

5.3. Содержание дисциплины: Практические (16 ч.)

Раздел 1. Основы ФТТ (8 ч.)

Тема 1. Зона Бриллюэна (2 ч.)

решение задач

Тема 2. Решетки Бравэ (2 ч.)

решение задач

Тема 3. Оператор трансляции (2 ч.)

решение задач

Тема 4. Ячейка Вигнера-Зейца (2 ч.)

решение задач

Раздел 2. Теории и методы ФТТ (8 ч.)

Тема 5. Статистика Ферми Дирака (2 ч.)

Статистика Ферми Дирака, свойства и применение.

Тема 6. Теория Эйнштейна (2 ч.)

Теория теплоемкости кристаллической решетки Эйнштейна.

Тема 7. Теория Дебая (2 ч.)

Теория теплоемкости кристаллической решетки Дебая.

Тема 8. Магнитные свойства твердых тел. (2 ч.)

Магнитные свойства твердых тел. Диа- и парамагнетизм свободных атомов и электронного газа. Виды магнетизма твердых тел: ферромагнетизм, антиферромагнетизм, ферримагнетизм.

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (разделу)

6.1 Вопросы и задания для самостоятельной работы

Седьмой семестр (40 ч.)

Раздел 1. Основы ФТТ (20 ч.)

Вид СРС: *Решение задач

Решение задач из задачника Иродова И.Е. № 6.1, 6.5, 6.8, 6.10, 6.14

Раздел 2. Теории и методы ФТТ (20 ч.)

Вид СРС: *Решение задач

Решение задач из задачника Иродова И.Е. № 6.27, 6.34, 6.50, 6.57, 6.65

7. Тематика курсовых работ(проектов)

Курсовые работы (проекты) по дисциплине не предусмотрены.

8. Оценочные средства

8.1. Компетенции и этапы формирования

№ п/п	Оценочные средства	Компетенции, этапы их формирования
1	Предметно-методический модуль	ПК-6, ПК-11, ПК-3.
2	Психолого-педагогический модуль	ПК-3.
3	Предметно-технологический модуль	ПК-6, ПК-3.
4	Учебно-исследовательский модуль	ПК-11.

8.2. Показатели и критерии оценивания компетенций, шкалы оценивания

Шкала, критерии оценивания и уровень сформированности компетенции			
2 (не зачтено) ниже порогового	3 (зачтено) пороговый	4 (зачтено) базовый	5 (зачтено) повышенный
ПК-11 Способен использовать теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения) и в области образования			
ПК-11.1 Использует теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в предметной области в соответствии с профилем и уровнем обучения и в области образования.			
Демонстрирует фрагментарное знание содержания курса, и не способен применять знания в практической деятельности	Демонстрирует уверенные знания курса, но знание методов решения задач не всегда отличается продуманностью.	Демонстрирует уверенные знания курса, методически грамотно объясняет теоретический материал.	Демонстрирует уверенные знания курса, методически грамотно объясняет теоретический материал. Свободно владеет методами решения задач.
ПК-3 Способен реализовывать образовательные программы различных уровней в			

соответствии с современными методиками и технологиями, в том числе информационными, для обеспечения качества учебно-воспитательного процесса			
ПК-3.2 Осуществляет отбор предметного содержания, методов, приемов и технологий, в том числе информационных, обучения, организационных форм учебных занятий, средств диагностики в соответствии с планируемыми результатами обучения.			
Демонстрирует фрагментарное знание содержания курса, и не способен применять знания в практической деятельности.	Демонстрирует уверенные знания курса, но отбор тематик для создания контента не всегда отличается продуманностью.	Демонстрирует уверенные знания курса, методически грамотно осуществляет отбор тематик для создания контента. Создаваемый контент не всегда отличается высоким качеством с содержательной и технологической сторон.	Демонстрирует уверенные знания курса, методически грамотно осуществляет отбор тематик для создания контента. Создаваемый контент отличается высоким качеством с содержательной и технологической сторон.
ПК-3.4 Формирует познавательную мотивацию обучающихся к физике и информатике в рамках урочной и внеурочной деятельности.			
Демонстрирует фрагментарное стремление к познавательной мотивации по физике твердого тела	Демонстрирует стабильное стремление к познавательной мотивации по физике твердого тела	Демонстрирует хорошие стремление к познавательной мотивации по физике твердого тела, но мотивация сформирована не полностью.	Демонстрирует сильное стремление к познавательной мотивации по физике твердого тела.
ПК-6 Способен проектировать содержание образовательных программ и их элементов			
ПК-6.1 Участвует в проектировании основных и дополнительных образовательных программ.			
Демонстрирует фрагментарное знание потребностей различных социальных групп в дополнительном образовании.	Демонстрирует уверенные знания потребностей различных социальных групп в дополнительном образовании в области физики твердого тела.	Демонстрирует хорошие знания потребностей различных социальных групп в дополнительном образовании в области физики твердого тела.	Демонстрирует отличные знания потребностей различных социальных групп в дополнительном образовании в области физики твердого тела.

Уровень сформированности компетенции	Шкала оценивания для промежуточной аттестации		Шкала оценивания по БРС
	Экзамен (дифференцированный зачет)	Зачет	
Повышенный	5 (отлично)	зачтено	90 – 100%
Базовый	4 (хорошо)	зачтено	76 – 89%
Пороговый	3 (удовлетворительно)	зачтено	60 – 75%
Ниже порогового	2 (неудовлетворительно)	не зачтено	Ниже 60%

8.3. Вопросы промежуточной аттестации

Седьмой семестр (Зачет, ПК-11.1, ПК-3.2, ПК-3.4, ПК-6.1)

1. Взаимодействие между атомами и ионами в молекуле и кристалле

2. Типы связи в твердых телах.
3. Элементарная ячейка кристалла. Трансляционная симметрия. Зона Бриллюэна.
4. Колебания одномерной решетки из одинаковых атомов.
5. Колебания сложной одномерной решетки.
6. Модель Эйнштейна. Теплоемкость кристаллической решетки.
7. Модель Дебая. Теплоемкость кристаллической решетки.
8. Электрон в периодическом поле. Теорема Блоха.
9. Заполнение зон электронами (металлы, полупроводники, диэлектрики).
10. Эффективная масса электрона.
11. Энергия Ферми в металлах.
12. Энергия Ферми и концентрация носителей тока в примесных полупроводниках.
13. Средняя энергия электронов в металлах.
14. Теплоемкость электронного газа.
15. Электропроводность металлов.
16. Эффект Холла в полупроводниках.
17. Диамагнетизм газов. Диамагнетизм свободного электронного газа.
18. Парамагнетизм газов. Парамагнетизм свободного электронного газа.

8.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

Зачет служит формой проверки усвоения учебного материала практических и семинарских занятий, готовности к практической деятельности, успешного выполнения студентами лабораторных и курсовых работ, производственной и учебной практик и выполнения в процессе этих практик всех учебных поручений в соответствии с утвержденной программой. При балльно-рейтинговом контроле знаний итоговая оценка выставляется с учетом набранной суммы баллов.

Собеседование (устный ответ) на зачете.

Для оценки сформированности компетенции посредством собеседования (устного ответа) студенту предварительно предлагается перечень вопросов или комплексных заданий, предполагающих умение ориентироваться в проблеме, знание теоретического материала, умения применять его в практической профессиональной деятельности, владение навыками и приемами выполнения практических заданий.

При оценке достижений студентов необходимо обращать особое внимание на:

- усвоение программного материала;
- умение излагать программный материал научным языком;
- умение связывать теорию с практикой;
- умение отвечать на видоизмененное задание;
- владение навыками поиска, систематизации необходимых источников литературы по изучаемой проблеме;
- умение обосновывать принятые решения;
- владение навыками и приемами выполнения практических заданий;
- умение подкреплять ответ иллюстративным материалом.

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Квантовые и оптические процессы в твердых телах: теория и практика / Н.Н. Безрядин, А.В. Линник, Ю.В. Сынов и др. ; науч. ред. Н.Н. Безрядин ; Министерство образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий». – Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2015. – 153 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=336036>
2. Филяк, М.М. Основные физические процессы в проводниках, полупроводниках и

диэлектриках / М.М. Филяк ; Министерство образования и науки Российской Федерации. – Оренбург : ОГУ, 2015. – 134 с. : граф., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438992>

Дополнительная литература

1. Авдеев, С.П. Краткий обзор теории полупроводниковых структур : учебное пособие / С.П. Авдеев ; Министерство образования и науки, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет», Инженерно-технологическая академия. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2018. – 119 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499475>
2. Фомин Д. В. Экспериментальные методы физики твердого тела: учебное пособие [Электронный ресурс] / Д.В. Фомин – М., Берлин: Директ-Медиа, 2014–186 с. Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=259074&sr=1
3. Иродов, И.Е. Задачи по квантовой физике / И.Е. Иродов. – 6-е изд., электрон. – Москва : Лаборатория знаний, 2020. – 220 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=95482>

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://fismat.ru> - Физика, электротехника - лекции, задачи, примеры. Электростатика, оптика, атомная и ядерная физика,

11. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины (модуля)

При освоении материала дисциплины необходимо: – спланировать и распределить время, необходимое для изучения дисциплины; – конкретизировать для себя план изучения материала; – ознакомиться с объемом и характером внеаудиторной самостоятельной работы для полноценного освоения каждой из тем дисциплины. Сценарий изучения курса: – проработайте каждую тему по предлагаемому ниже алгоритму действий; – изучив весь материал, выполните итоговый тест, который продемонстрирует готовность к сдаче зачета. Алгоритм работы над каждой темой: – изучите содержание темы вначале по лекционному материалу, а затем по другим источникам; – прочитайте дополнительную литературу из списка, предложенного преподавателем; – выпишите в тетрадь основные категории и персоналии по теме, используя лекционный материал или словари, что поможет быстро повторить материал при подготовке к зачету; – составьте краткий план ответа по каждому вопросу, выносимому на обсуждение на лабораторном занятии; – выучите определения терминов, относящихся к теме; – продумайте примеры и иллюстрации к ответу по изучаемой теме; – подберите цитаты ученых, общественных деятелей, публицистов, уместные с точки зрения обсуждаемой проблемы; – продумывайте высказывания по темам, предложенным к лабораторному занятию. Рекомендации по работе с литературой: – ознакомьтесь с аннотациями к рекомендованной литературе и определите основной метод изложения материала того или иного источника; – составьте собственные аннотации к другим источникам на карточках, что поможет при подготовке рефератов, текстов речей, при подготовке к зачету; – выберите те источники, которые наиболее подходят для изучения конкретной темы.

12. Перечень информационных технологий

Реализация учебной программы обеспечивается доступом каждого студента к информационным ресурсам – электронной библиотеке и сетевым ресурсам Интернет. Для использования ИКТ в учебном процессе используется программное обеспечение, позволяющее осуществлять поиск, хранение, систематизацию, анализ и презентацию информации, экспорт информации на цифровые носители, организацию взаимодействия в реальной и виртуальной образовательной среде. На практических занятиях при решении наиболее сложных задач используется wolfram alpha Индивидуальные результаты освоения дисциплины студентами фиксируются в информационной системе 1С:Университет.

12.1 Перечень программного обеспечения (обновление производится по мере появления новых версий программы)

- Microsoft Windows 7 Pro – Лицензия № 49399303 от 28.11.2011 г.
- Microsoft Office Professional Plus 2010 – Лицензия № 49399303 от 28.11.2011 г.
- 1С: Университет ПРОФ – Лицензионное соглашение № 10920137 от 23.03.2016 г.

12.2 Перечень информационных справочных систем (обновление выполняется еженедельно)

1. Информационно-правовая система «ГАРАНТ» (<http://www.garant.ru>)
2. Справочная правовая система «КонсультантПлюс» (<http://www.consultant.ru>)

12.3 Перечень современных профессиональных баз данных

1. Профессиональная база данных «Открытые данные Министерства образования и науки РФ» (<http://xn----8sbldzzacvuc0jbg.xn--80abucjiibhv9a.xn--p1ai/opendata/>)
2. Электронная библиотечная система Znanium.com (<http://znanium.com/>)
3. Единое окно доступа к образовательным ресурсам (<http://window.edu.ru>)

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Для проведения аудиторных занятий необходим стандартный набор специализированной учебной мебели и учебного оборудования, а также мультимедийное оборудование для демонстрации презентаций на лекциях. Для проведения практических занятий, а также организации самостоятельной работы студентов необходим компьютерный класс с рабочими местами, обеспечивающими выход в Интернет.

Индивидуальные результаты освоения дисциплины фиксируются в электронной информационно-образовательной среде университета.

Реализация учебной программы обеспечивается доступом каждого студента к информационным ресурсам – электронной библиотеке и сетевым ресурсам Интернет. Для использования ИКТ в учебном процессе необходимо наличие программного обеспечения, позволяющего осуществлять поиск информации в сети Интернет, систематизацию, анализ и презентацию информации, экспорт информации на цифровые носители.

Учебная аудитория для проведения учебных занятий.

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. №202.

Помещение оснащено оборудованием и техническими средствами обучения.

Основное оборудование:

Автоматизированное рабочее место в составе (системный блок, монитор, клавиатура, мышь, гарнитура, проектор, интерактивная доска), магнитно-маркерная доска.

Учебно-наглядные пособия:

Презентации.

Помещение для самостоятельной работы.

Читальный зал электронных ресурсов, № 101 б.

Помещение укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения.

Основное оборудование:

Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета (компьютер 12 шт., мультимедийный проектор 1 шт., многофункциональное устройство 1 шт., принтер 1 шт.).

Учебно-наглядные пособия:

Презентации, электронные диски с учебными и учебно-методическими пособиями