

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 27.10.2023 15:15:00

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Введение в квантовую теорию твердого тела

Закреплена за подразделением Кафедра материаловедения полупроводников и диэлектриков

Направление подготовки 22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Квалификация **Инженер-исследователь**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 108

в том числе:

аудиторные занятия 51

самостоятельная работа 57

Формы контроля в семестрах:
зачет с оценкой 5

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		Итого	
	Неделя 19			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	57	57	57	57
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

д.ф.-м.н., проф., Квашин А.Г.

Рабочая программа

Введение в квантовую теорию твердого тела

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (приказ от 28.06.2023 г. № 292 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, 22.03.01-БМТМ-23_6-ПП.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра материаловедения полупроводников и диэлектриков

Протокол от 21.06.2023 г., №12-22/23

Руководитель подразделения Оганов А.Р.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Формирование базовых знаний в области квантовой теории твердого тела как дисциплины, интегрирующей общезначимую и общетеоретическую подготовку бакалавров и обеспечивающей фундаментальные основы ее современных приложений в различных сферах деятельности
-----	---

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.08
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Введение в квантовую механику	
2.1.2	Кристаллография	
2.1.3	Математическая статистика и анализ данных	
2.1.4	Методы математической физики	
2.1.5	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	
2.1.6	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	
2.1.7	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	
2.1.8	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	
2.1.9	Физика	
2.1.10	Физическая химия	
2.1.11	Электротехника	
2.1.12	Математика	
2.1.13	Органическая химия	
2.1.14	Химия	
2.1.15	Аналитическая геометрия	
2.1.16	Инженерная и компьютерная графика	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Диффузия и диффузионно-контролируемые процессы	
2.2.2	Защита интеллектуальной собственности и патентоведение	
2.2.3	Коррозия и защита металлов	
2.2.4	Метрология и стандартизация цифровых технологий в материаловедении и металлургии	
2.2.5	Метрология и технические измерения функциональных материалов	
2.2.6	Метрология, стандартизация и технические измерения	
2.2.7	Метрология, стандартизация и технические измерения в электронике	
2.2.8	Разработка новых материалов	
2.2.9	Физика диэлектриков	
2.2.10	Физика металлов	
2.2.11	Атомное строение фаз	
2.2.12	Биохимия наноматериалов	
2.2.13	Инженерия поверхности	
2.2.14	Металловедение и термическая обработка металлов	
2.2.15	Методы исследования структур и материалов. Часть 1	
2.2.16	Методы исследования физических свойств полупроводниковых структур	
2.2.17	Наноматериалы	
2.2.18	Научно-исследовательская работа	
2.2.19	Научно-исследовательская работа	
2.2.20	Научно-исследовательская работа	
2.2.21	Научно-исследовательская работа	
2.2.22	Сверхтвердые материалы	
2.2.23	Технологии материалов с особыми физическими свойствами	
2.2.24	Фазовые и структурные изменения при формировании материалов и эпитаксиальных структур	
2.2.25	Физика магнитных явлений	
2.2.26	Физика полупроводниковых приборов	
2.2.27	Физика прочности	

2.2.28	Физика прочности и механические свойства материалов
2.2.29	Физико-химия металлов и неметаллических материалов
2.2.30	Физические основы деформации и разрушения
2.2.31	Атомная и электронная структура поверхности и межфазных границ
2.2.32	Композиционные материалы
2.2.33	Конструирование композиционных материалов
2.2.34	Методы исследования структур и материалов. Часть 2
2.2.35	Поверхностное модифицирование материалов и защитные покрытия
2.2.36	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
2.2.37	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
2.2.38	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
2.2.39	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
2.2.40	Специальные сплавы
2.2.41	Физическое материаловедение сплавов с особыми магнитными свойствами, часть 1. Магнитно-мягкие сплавы
2.2.42	Физическое материаловедение сплавов с особыми магнитными свойствами, часть 2. Магнитно-твердые сплавы
2.2.43	Аморфные, микро- и нанокристаллические материалы
2.2.44	Биофизика
2.2.45	Высокотемпературные и сверхтвердые функциональные и конструкционные материалы
2.2.46	Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве
2.2.47	Материаловедение и технологии перспективных материалов
2.2.48	Методы исследования характеристик и свойств материалов
2.2.49	Методы электронной микроскопии для материалов твердотельной электроники
2.2.50	Метрология и испытания функциональных материалов
2.2.51	Основы научно-технического перевода
2.2.52	Практика научно-технического перевода и редактирования
2.2.53	Тензорные методы в кристаллофизике
2.2.54	Технология получения кристаллов
2.2.55	Физические основы магнетизма и процессы перемагничивания материалов
2.2.56	Физические свойства приповерхностных слоев и методы их исследований
2.2.57	Функциональные наноматериалы
2.2.58	Химия и технология полимерных материалов
2.2.59	Биоорганическая химия
2.2.60	Высокотемпературные керамические материалы
2.2.61	Жаропрочные и радиационно-стойкие материалы
2.2.62	Квантовая теория твердого тела
2.2.63	Математическое и компьютерное моделирование материалов и процессов электроники
2.2.64	Методы исследования макро- и микроструктуры материалов
2.2.65	Методы непараметрической статистики
2.2.66	Некоторые главы кристаллохимии
2.2.67	Объемные наноматериалы
2.2.68	Процессы получения и обработки сверхтвердых материалов
2.2.69	Структура и технологичность сплавов
2.2.70	Физико-химия эволюции твердого вещества
2.2.71	Ядерно-спектроскопические и синхротронные методы исследований
2.2.72	Аттестация и испытания высокотемпературных и сверхтвердых материалов
2.2.73	Аттестация и сертификация изделий электронной техники
2.2.74	Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве функциональных материалов
2.2.75	Материаловедение и технологии перспективных материалов
2.2.76	Материалы и элементы спинтроники и спинволновой оптики
2.2.77	Менеджмент качества
2.2.78	Металлические материалы для крупных транспортных систем
2.2.79	Металловедение высокопрочных сплавов
2.2.80	Методология и практика определения размерных характеристик материалов

2.2.81	Методология научных исследований
2.2.82	Оптические явления в кристаллах. Часть 2
2.2.83	Основы клеточной биологии
2.2.84	Оформление результатов научной деятельности
2.2.85	Практическое применение теории функционала электронной плотности
2.2.86	Симметрия наносистем
2.2.87	Современные компьютерные технологии в структурном анализе
2.2.88	Спектроскопические и зондовые методы
2.2.89	Термомеханическая обработка металлов и сплавов
2.2.90	Управление коллективами
2.2.91	Управление проектами
2.2.92	Химические основы биологических процессов
2.2.93	Цифровое материаловедение
2.2.94	Нормы и правила оформления ВКР
2.2.95	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.96	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.97	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.98	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.99	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.100	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.101	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.102	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-1: Способен к поиску новых направлений научных исследований и синтезу знаний в области материаловедения и технологии материалов, способен оформлять технические задания и отчетные материалы по планируемым и проведенным исследованиям

Знать:

ПК-1-31 основы классической физики, теории твердого тела, кристаллографии

ОПК-1: Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя знания фундаментальных наук, методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания

Знать:

ОПК-1-31 способы построения гипотез для решения конкретных задач материаловедения

УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач

Знать:

УК-1-31 основные и необходимые источники литературы для накопления данных о решаемой задаче

ПК-1: Способен к поиску новых направлений научных исследований и синтезу знаний в области материаловедения и технологии материалов, способен оформлять технические задания и отчетные материалы по планируемым и проведенным исследованиям

Уметь:

ПК-1-У1 Использовать основные законы классической теории твердого тела для описания явлений, происходящих в твердых телах

ОПК-1: Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя знания фундаментальных наук, методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания

Уметь:

ОПК-1-У1 решать практические задачи, непосредственно связанные с профессиональной деятельностью

УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач

Уметь:

УК-1-У1 пользоваться открытыми источниками информации для получения необходимых знаний и данных для решения задач профессиональной деятельности
ПК-1: Способен к поиску новых направлений научных исследований и синтезу знаний в области материаловедения и технологии материалов, способен оформлять технические задания и отчетные материалы по планируемым и проведенным исследованиям
Владеть:
ПК-1-В1 Навыками поиска новой информации с использованием полученных знаний
ОПК-1: Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя знания фундаментальных наук, методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания
Владеть:
ОПК-1-В1 базовыми навыками использования основных законов классической и квантовой механики для описания задач, связанных с профессиональной деятельностью
УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач
Владеть:
УК-1-В1 методами и техниками, позволяющими проводить поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. Введение в квантовую механику							
1.1	Введение в квантовую механику /Лек/	5	8	ПК-1-31 ПК-1-У1 ОПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1Л2.3 Л2.6	Лекционное занятие		
	Раздел 2. Квантовая теория твердого тела							
2.1	Классические модели описания твердых тел /Лек/	5	4	ПК-1-31 ПК-1-У1 ОПК-1-У1	Л1.1 Л1.1Л2.3 Л2.6	Лекционное занятие		
2.2	Классические модели описания твердых тел /Пр/	5	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ОПК-1-У1	Л1.3 Л1.1Л2.6 Л1.1	Практическое занятие		
2.3	Квантовые модели описания твердых тел /Лек/	5	6	ПК-1-31 ПК-1-У1 ОПК-1-У1	Л1.1 Л1.1 Л1.1Л2.3 Л2.6	Лекционное занятие		
2.4	Квантовые модели описания твердых тел /Пр/	5	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ОПК-1-У1	Л1.1 Л1.1Л1.3	Практическое занятие		
2.5	Электроны в твердом теле /Лек/	5	6	ПК-1-31 ПК-1-У1 ОПК-1-У1	Л1.1 Л1.1Л2.3 Л2.6	Лекционное занятие		
2.6	Электроны в твердом теле /Пр/	5	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ОПК-1-У1 ОПК-1-31	Л1.1 Л1.1Л1.3 Л1.1	Практическое занятие		
2.7	Современные методы исследования электронной структуры твердых тел /Лек/	5	8	ПК-1-31 ПК-1-У1 ОПК-1-У1	Л1.3 Л1.1Л2.3 Л2.6	Лекционное занятие		
2.8	Методы расчета электронной структуры твердых тел /Пр/	5	3	ПК-1-31 ПК-1-У1 ОПК-1-У1	Л1.3 Л1.1Л2.3 Л2.6	Практическое занятие		
2.9	Обзор современных приближений для описания зонной структуры твердых тел /Пр/	5	8	ПК-1-31 ПК-1-У1 ОПК-1-У1	Л1.3 Л1.1Л2.3 Л1.1	Практическое занятие		
2.10	Электроны в твердом теле /Ср/	5	29	ПК-1-31 ПК-1-У1 ОПК-1-У1	Л1.1Л2.3 Л2.6	Самостоятельная работа		

2.11	Методы расчета электронной структуры твердых тел /Ср/	5	28	ПК-1-31 ПК-1-У1 ОПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.3 Л1.1Л2.3	Самостоятельная работа		
Раздел 3. Искусственный интеллект и материаловедение								
3.1	Искусственный интеллект в материаловедении /Лек/	5	2	УК-1-У1 УК-1-31 ПК-1-31 ПК-1-У1 ОПК-1-У1 ОПК-1-31 ОПК-1-В1 УК-1-В1	Л1.2Л1.3 Л2.2 Л2.4	Лекционное занятие		

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Контрольная работа № 1	ПК-1-31	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что послужило толчком для создания альтернативной теории в физике? 2. Какие необычные явления наблюдались в опытах с электроном? 3. Как была решена проблема дуальности поведения электрона? 4. Основные идеи Луи де Бройля? 5. Смысл волновой функции де Бройля 6. Как модель де Бройля помогла описанию свойств элементарных частиц? 7. Как можно описать частицу с точки зрения волновой природы?
КМ2	Контрольная работа № 2	ПК-1-31	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отличие квантовой теории металлов Зоммерфельда от классической теории металлов Друде 2. Как определяется энергия Ферми в металлах? 3. Что может быть измерено посредством эффекта Холла? 4. Распределение Ферми-Дирака 4. Отличие волной функции электрона в свободном состоянии от волновой функции в периодическом потенциале

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Практическая работа № 1	ПК-1-31	Провести расчет зависимости плотности электронных состояний от волнового вектора для случая свободного электрона. Получить выражение для волновой функции электрона в периодическом потенциале типа Кронига-Пенни, но с бесконечно большой высотой барьера.
P2	Реферат	ПК-1-31	Зачем необходимо использовать распределение Ферми-Дирака, а не распределение Больцмана в случае квантово-механического рассмотрения системы элементарных частиц. Периодические граничные условия, условия периодичности для волновых функций электронов в твердом теле Отличия различных моделей для описания электронной структуры твердых тел.

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

экзамен не предусмотрен

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Шкала оценивания знаний обучающихся на зачете:

Оценка «зачет» - студент может развернуто ответить на задаваемые вопросы

Оценка «не зачет» - студент ничего не может сказать при ответе на заданный вопрос

Оценка «не явка» – студент не явился.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Киттель Ч.	Квантовая теория твердых тел	Библиотека МИСиС	М.: Наука, 1967
Л1.2	Смолин Д. В.	Введение в искусственный интеллект: курс лекций	Электронная библиотека	Москва: Физматлит, 2007
6.1.2. Дополнительная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Ашкрофт Н., Мермин Н.	Физика твердого тела	Электронная библиотека	Москва: Мир, 1978
Л2.2	Ясницкий Л. Н.	Введение в искусственный интеллект: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. 010100 "Математика"	Библиотека МИСиС	М.: АCADEMIA, 2005
Л2.3	Киттель Ч., Гусев А. А.	Введение в физику твердого тела: учеб. руководство	Библиотека МИСиС	М.: МедиаСтар, 2006
Л2.4	Алпайдин Э.	Машинное обучение: новый искусственный интеллект: пер. с англ.	Библиотека МИСиС	М.: Альпина Паблишер, 2017
Л2.5	Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М.	Т.3: Квантовая механика. Нерелятивистская теория	Библиотека МИСиС	, 1989
Л2.6	Анфимов Илья Михайлович, Кобелева Светлана Петровна, Коновалов Михаил Павлович, др.	Физика твердого тела: сб. задач	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2011
Л2.7	Епифанов Г. И.	Физика твердого тела: учеб. пособие для студ. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Высш. шк., 1977
6.3 Перечень программного обеспечения				
П.1	ОС Linux (Ubuntu) / Windows			
П.2	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr			
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных				

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ		
Ауд.	Назначение	Оснащение
К-512	Учебная аудитория	комплект учебной мебели на 20 рабочих мест, рабочее место преподавателя с персональным компьютером, без доступа к ИТС «Интернет»
К-512	Учебная аудитория	комплект учебной мебели на 20 рабочих мест, рабочее место преподавателя с персональным компьютером, без доступа к ИТС «Интернет»
К-512	Учебная аудитория	комплект учебной мебели на 20 рабочих мест, рабочее место преподавателя с персональным компьютером, без доступа к ИТС «Интернет»
К-512	Учебная аудитория	комплект учебной мебели на 20 рабочих мест, рабочее место преподавателя с персональным компьютером, без доступа к ИТС «Интернет»

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
Для освоение курса студенты должны использовать материалы, рекомендованные преподавателем