

ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Одобрено на заседании
УМС ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол № 5-8/2022 от 30.08.2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Физика конденсированного состояния

название дисциплины

для направления подготовки

22.04.01 - Материаловедение и технологии материалов

код и название направления подготовки

образовательная программа

Композиты и материалы фотоники

Форма обучения: очная

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – совершенствование и дальнейшее развитие полученных ранее знаний как по комплексу основополагающих математических дисциплин так и по базовым для этой дисциплины разделам физики, то есть, по механике сплошных сред, термодинамике и статистической физике, электродинамике и квантовой механике.

Задачи дисциплины – усвоить базовые концепции физики конденсированного состояния вещества, методы решения задач по физике твердого тела, ознакомиться с постановками классических физических экспериментов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (далее - ОП) МАГИСТРАТУРЫ

Дисциплина реализуется в рамках обязательной части;

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у обучающихся в результате освоения следующих дисциплин:

«Теория упругости», либо «Механика сплошных сред»

«Квантовая механика»

«Термодинамика и статистическая физика»

«Электродинамика»

«Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия»

«Деловой иностранный язык»

Дисциплины и/или практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Математическое моделирование и современные проблемы наук о материалах, Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов, Методы планирования и анализа технологий материалов, Научная работа, Преддипломная практика.

Дисциплина изучается на 1 курсе в 1 семестре.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения ОП магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код компетенции	Результаты освоения ООП	Перечень планируемых результатов обучения
ОПК-1.	Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов	З-ОПК-1 Знать основы физики конденсированного состояния, современные представления о структуре материалов и технологических процессов получения конструкционных и функциональных материалов; У-ОПК-1 Уметь решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов; В-ОПК-1 владеть навыками исследования материалов и производственной деятельности в области материаловедения.
ОПК-5	Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях	З-ОПК-5 Знать основные методы оценки результатов научно-технических разработок, научных исследований; У-ОПК-5 Уметь оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях В-ОПК-5 Владеть навыками оценки результатов научно-технических разработок, научных исследований и обоснования собственного выбора, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях.
ПК-1	Способен использовать методы моделирования и оптимизации, стандартизации и сертификации для оценки и прогнозирования свойств	З-ПК-1 Знать основные методы моделирования и оптимизации, стандартизации и сертификации для оценки и прогнозирования свойств материалов и эффективности технологических процессов;

	материалов и эффективности технологических процессов	У-ПК-1 Уметь использовать методы моделирования и оптимизации, стандартизации и сертификации для оценки и прогнозирования свойств материалов и эффективности технологических процессов; В-ПК-1 Владеть навыками моделирования и оптимизации, стандартизации и сертификации для оценки и прогнозирования свойств материалов и эффективности технологических процессов.
ПК-2	Способен понимать физические и химические процессы, протекающие в материалах при их получении, обработке и модифицировании, использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, проводить комплексные исследования, применяя стандартные и сертификационные испытания	З-ПК-2 Знать основные физические и химические процессы, протекающие в материалах при их получении, обработке и модифицировании. У-ПК-2 Уметь использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов; В-ПК-2 Владеть навыками проведения комплексных исследований, применяя стандартные и сертификационные испытания. Владеть методами моделирования и оптимизации, стандартизации и сертификации для оценки и прогнозирования свойств материалов и эффективности технологических процессов
УКЦ-1	Способен решать исследовательские, научнотехнические и производственные задачи в условиях неопределенности, в том числе выстраивать деловую коммуникацию и организовывать работу команды с использованием цифровых ресурсов и технологий в цифровой среде	З-УКЦ-1 Знать современные цифровые технологии, используемые для выстраивания деловой коммуникации и организации индивидуальной и командной работы У-УКЦ-1 Уметь подбирать наиболее релевантные цифровые решения для достижения поставленных целей и задач, в том числе в условиях неопределенности В-УКЦ-1 Владеть навыками решения исследовательских, научно-технических и производственных задач с использованием цифровых технологий

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал
воспитания		дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих: - формирование культуры безопасности при работе с лазерным излучением различного вида; - формирование культуры безопасности при работе с высокомошными экспериментальными и промышленными установками.	Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин и всех видов практик для: - формирования культуры безопасности лазерного излучения посредством тематического акцентирования в содержании дисциплин и учебных заданий, подготовки эссе, рефератов, дискуссий, а также в ходе практической работы с лазерным оборудованием; - формирования культуры безопасности при работе на высокомошных экспериментальных и промышленных установках, которые имеют повышенный уровень опасности через выполнение студентами практических и лабораторных работ, в том числе на оборудовании для исследования высокотемпературной плазмы.

Организация интерактивных мероприятий и реализация специализированных заданий с воспитательным и социальным акцентом:

1. Организация научно-практических конференций, встреч с выдающимися учеными и ведущими представителями отраслей в области лазерных и плазменных технологий, круглых столов, и прикладной математики.

2. Участие в студенческих олимпиадах и студенческих конкурсах, конкурсах профессионального мастерства, студенческих научных обществах и объединениях, а также летних школах.
3. Участие в подготовке публикаций в высокорейтинговых международных журналах.
4. Проведение научного семинара студентов и аспирантов отделения лазерных и плазменных технологий.
5. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид работы	Форма обучения очная
	Семестр
	№ 1
	Количество часов на вид работы:
Контактная работа обучающихся с преподавателем	
Аудиторные занятия (всего)	48
В том числе:	
<i>лекции</i>	16
<i>практические занятия</i>	32
<i>лабораторные занятия</i>	-
Промежуточная аттестация	
В том числе:	
<i>Зачет (оценка)</i>	-
<i>экзамен</i>	36
Самостоятельная работа обучающихся	
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	24
В том числе:	
<i>проработка учебного (теоретического) материала</i>	14
<i>подготовка к контрольным испытаниям текущего контроля успеваемости (в течение семестра)</i>	-
<i>выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)</i>	-
<i>подготовка к зачету</i>	10
Всего (часы):	108
Всего (зачетные единицы):	3

6. Содержание учебной дисциплины

6.2.1. Лекции (16 час)

Темы	
1) Магнетизм	Парамагнетизм. Ферромагнетизм, температура Кюри. Обменное взаимодействие. Домены и доменные стенки. Спиновые волны. Магноны. Антиферромагнетизм.
2) Сверхпроводимость и сверхтекучесть	Притяжение между электронами. Куперовские пары. Квазичастицы и энергетическая щель. Критический ток. Критическое магнитное поле. Спектр элементарных возбуждений в жидком гелии. Фононы и ротоны. Критерий сверхтекучести Ландау, фононы и ротоны. Лямбда точка. Бозе-эйнштейновская конденсация.
3) Точечные дефекты в твердых телах	Вакансии и собственные междоузельные атомы. Конфигурации междоузельных атомов. Энергии образования, объемы и энтропии образования точечных дефектов, их равновесные концентрации. Коэффициенты диффузии точечных дефектов. Стадии возврата свойств при изохронном отжиге и их современная интерпретация. Самодиффузия. Диффузия примесей.

6.2.2 Практические занятия (32 час)

Целью практических занятий является усвоение и закрепление основных теоретических положений физики конденсированных сред, и приобретение навыков решения стандартных типовых задач. Решение задач проводится по следующим основным темам:

Магнетизм

- а) Связь температуры Кюри с константой обменного взаимодействия
- б) Оценка характерного размера доменной стенки
- в) Оценка размера однодоменности магнитной наночастицы
- г) Оценка параметров петли гистерезиса магнитной наночастицы

Сверхпроводимость и сверхтекучесть

- а) Оценка температуры вырождения идеального газа бозонов
- б) Оценка глубины проникновения магнитного поля в сверхпроводник
- в) Оценка длины когерентности

Точечные дефекты в твердых телах

Диффузия примесей, зависимость коэффициента диффузии от температуры

6.3 Программа самостоятельной работы студентов (24 час)

- а) Выполнение индивидуальных заданий.

В течение каждого семестра студенты выполняют несколько (5 – 6) индивидуальных домашних заданий. Домашнее задание составляется с учетом индивидуальной успеваемости студента и выполняется письменно. Полученные оценки суммируются, и соответствующее количество баллов прибавляется к количеству баллов, полученных студентом за итоговую контрольную работу (коллоквиум) в аудитории.

б) Проработка теоретического материала.

Часть вопросов теоретического курса выносятся на самостоятельную проработку студентом дома или в библиотеке. Контроль этого материала проводится выборочно, путем устного опроса и решения соответствующих задач у доски.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Ч. Киттель, Введение в физику твердого тела, «Наука», Москва, 1989.
2. Н.Б. Брандт, С.М. Чудинов, Электронная структура металлов. Из-во МГУ, 1973.
3. В.Л. Бонч-Бруевич, С.Г. Калашников, Физика полупроводников. «Наука», Москва, 1977.
4. А.М. Косевич, Основы механики кристаллической решетки. «Наука», Москва, 1972.

8. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

8.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка	Наименование оценочного средства
Текущий контроль			
1.	Магнетизм	ОПК-1 Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов ОПК-5 Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях	Коллоквиум №1

		ПК-1 Способен использовать методы моделирования и оптимизации, стандартизации и сертификации для оценки и прогнозирования свойств материалов и эффективности технологических процессов	
2.	Сверхпроводимость и сверхтекучесть	ОПК-1 Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов УКЦ-1 Способен решать исследовательские, научнотехнические и производственные задачи в условиях неопределенности, в том числе выстраивать деловую коммуникацию и организовывать работу команды с использованием цифровых ресурсов и технологий в цифровой среде	Коллоквиум №2
Промежуточный контроль			
3.	Экзамен	ОПК-1 Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов ОПК-5 Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях ПК-1 Способен использовать методы моделирования и оптимизации, стандартизации и сертификации для оценки и прогнозирования свойств материалов и эффективности технологических процессов ПК-2 Способен понимать физические и химические процессы, протекающие в материалах при их получении, обработке и модифицировании, использовать в	Экзам. билет

		исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, проводить комплексные исследования, применяя стандартные и сертификационные испытания УКЦ-1 Способен решать исследовательские, научнотехнические и производственные задачи в условиях неопределенности, в том числе выстраивать деловую коммуникацию и организовывать работу команды с использованием цифровых ресурсов и технологий в цифровой среде	
Всего: 3			

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

8.2.1. Экзамен по дисциплине «Физическая кинетика»

а) типовые вопросы (задания):

1. Законы Кюри и Кюри-Вейса
2. Температурная зависимость намагниченности насыщения в ферромагнетиках
3. Природа магнитного гистерезиса в ферромагнетиках.
4. Магнитная структура антиферромагнетика

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Оценка	Критерии оценки
36-40	Студент должен: <ul style="list-style-type: none"> - продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний программного материала; - исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; - владеть базовыми знаниями теоретических и прикладных наук при моделировании, теоретическом и экспериментальном исследовании материалов и процессов; - уметь проводить математическое моделирование физических процессов взаимодействия излучений с металлическими и неметаллическими материалами на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований.
30-35	Студент должен: <ul style="list-style-type: none"> - продемонстрировать достаточно полное знание программного материала; - продемонстрировать знание основных теоретических методов физико-математического моделирования; - продемонстрировать умение ориентироваться в литературе; - уметь сделать достаточно обоснованные выводы по

	излагаемому материалу.
24-29	Студент должен: - продемонстрировать общее знание изучаемого материала; - показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; - уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.
23 и меньше	Студент демонстрирует: - незнание значительной части программного материала; - не владение понятийным аппаратом дисциплины; - существенные ошибки при изложении учебного материала; - неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - неумение делать выводы по излагаемому материалу.

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

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков обучающихся по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающихся.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Текущий контроль осуществляется два раза на курс: контрольная точка № 1 (Коллоквиум № 1) и контрольная точка № 2 (Коллоквиум № 2).

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Вид контроля	Этап рейтинговой системы Оценочное средство	Балл	
		Минимум	Максимум
Текущий	Контрольная точка № 1		
	Коллоквиум № 1.	30	40
	Контрольная точка № 2		
	Коллоквиум № 2.	30	40
Промежуточный	Экзамен		
	Вопросы к экзамену	0	40
ИТОГО по дисциплине		60	100

Процедура оценивания знаний, умений, владений по дисциплине включает учет успешности по всем видам заявленных оценочных средств.

Перед каждой процедурой оценивания знаний проводится устный опрос на практическом занятии и затрагивает как тематику лекционного материала, так и типовые задания контрольных работ. Применяется групповое оценивание ответа или оценивание преподавателем.

По окончании освоения дисциплины проводится промежуточная аттестация в виде экзамена, что позволяет оценить совокупность приобретенных в процессе обучения компетенций. При выставлении итоговой оценки применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов обучения.

Экзамен предназначен для оценки работы обучающегося в течение всего срока изучения дисциплины и призван выявить уровень, прочность и систематичность полученных обучающимся теоретических знаний.

Оценка сформированности компетенций на экзамене для тех обучающихся, которые не набрали необходимого количества баллов (60) по оценочным средствам, пропускали занятия и не участвовали в проверке компетенций с помощью оценочных средств текущего контроля во время изучения дисциплины, проводится после дополнительной проверки компетенций преподавателем по пропущенным или не усвоенным обучающимся темам с последующей оценкой самостоятельно усвоенных знаний на дополнительных занятиях.

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

9.1 Основная литература

1. П. Гроссе, Свободные электроны в твердых телах. «Мир», Москва, 1982.
2. Дж. Займан, Принципы теории твердого тела. «Мир», Москва, 1974.
3. Н. Ашкрофт, Н. Мермин. Физика твердого тела. В 2-х томах. «Мир», Москва, 1979.
4. С.В. Вонсовский, М.И. Кацнельсон. Квантовая физика твердого тела. «Наука», Москва, 1983.
5. П.В. Павлов, А.Ф. Хохлов. Физика твердого тела, «Высшая школа», Москва, 2000.

9.2 Дополнительная литература

1. А.С. Давыдов, Теория твердого тела. «Наука», Москва, 1976.
2. У. Харрисон, Теория твердого тела. «Мир», Москва, 1972.
3. О. Маделунг, Теория твердого тела. «Наука», Москва, 1980.
4. А.А. Абрикосов, Введение в теорию нормальных металлов. «Наука», Москва, 1976.
5. И.М. Лифшиц, М.Я. Азбель, М.И. Каганов, Электронная теория металлов. «Наука», Москва, 1971.
6. Г. Лейбфрид, Микроскопическая теория механических и тепловых свойств кристаллов. «Физ-Мат-Лит», 1963.
7. Задачи по физике твердого тела, ред. Г.Дж. Голдсмит, Наука, Москва, 1976.

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины

1. www.nature.com,
2. www.elsevier.com,
www.sciencedirect.com

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

9.1 Основная литература

1. П. Гроссе, Свободные электроны в твердых телах. «Мир», Москва, 1982.
2. Дж. Займан, Принципы теории твердого тела. «Мир», Москва, 1974.
3. Н. Ашкрофт, Н. Мермин. Физика твердого тела. В 2-х томах. «Мир», Москва, 1979.
4. С.В. Вонсовский, М.И. Кацнельсон. Квантовая физика твердого тела. «Наука», Москва, 1983.
5. П.В. Павлов, А.Ф. Хохлов. Физика твердого тела, «Высшая школа», Москва, 2000.

9.2 Дополнительная литература

1. А.С. Давыдов, Теория твердого тела. «Наука», Москва, 1976.
2. У. Харрисон, Теория твердого тела. «Мир», Москва, 1972.
3. О. Маделунг, Теория твердого тела. «Наука», Москва, 1980.
4. А.А. Абрикосов, Введение в теорию нормальных металлов. «Наука», Москва, 1976.
5. И.М. Лифшиц, М.Я. Азбель, М.И. Каганов, Электронная теория металлов. «Наука», Москва, 1971.
6. Г. Лейбфрид, Микроскопическая теория механических и тепловых свойств кристаллов. «Физ-Мат-Лит», 1963.
7. Задачи по физике твердого тела, ред. Г.Дж. Голдсмит, Наука, Москва, 1976.

9.3 Интернет-ресурсы

3. www.nature.com,
4. www.elsevier.com,
5. www.sciencedirect.com