

**Рабочие программы дисциплин (практик) по направлению подготовки  
03.04.01 Прикладные математика и физика,  
направленность (профиль) Прикладная теоретическая физика**

**Разработка и организация научно-исследовательских проектов. Грантовая деятельность**

**Общая трудоемкость:** 2 ЗЕ (72 ч.)

**Формы контроля:** зачет

**Цель:** получение знаний по основам научно-исследовательской и проектной деятельности, формирование навыков по организации научно-исследовательских и проектных работ, способностей самостоятельно организовывать и проводить научные исследования и внедрять их результаты в качестве члена или руководителя малого коллектива, разрабатывать планы и программы организации инновационной деятельности научно-производственного коллектива, оформлять заявки на гранты, осуществлять технико-экономическое обоснование инновационных проектов.

**Задачи:**

1. Обучение магистрантов основам научно-исследовательской, проектной деятельности и управления проектной деятельностью.
2. Обучение методам поиска и выбора источников финансирования. Ознакомление со структурой грантодающих институтов и организаций. Анализ программ и видов грантовой поддержки.
3. Обучение методам планирования расходов, составления отчетов по проектной и научной деятельности, управления проектом на всех этапах его жизненного цикла.
4. Знакомство с принципами оформления заявок на получение финансирования проекта, гранта, обучение принципам проектного управления для решения профессиональных задач.

**Разделы:**

1. Теоретические основы научно-исследовательской, проектной деятельности и управления проектной деятельностью.
2. Проектно-исследовательская деятельность. Планирование.
3. Привлечение средств для финансирования проектов. Грантовые программы, грантовая поддержка.
4. Бюджетирование проектной работы.
5. Гранты и виды грантовой поддержки исследований и науки.
6. Подготовка заявки на получение финансирования проекта (грант, спонсорство).

**Компетенции:** УК-2

**Индикаторы достижения компетенций:** УК-2.1, УК-2.2

Результаты освоения дисциплины:

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен знать:*

основы научно-исследовательской и проектной деятельности, планирования и управления проектной деятельностью;

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен уметь:*

оформлять заявку на получение финансирования проекта, гранта, применять принципы проектного управления для решения профессиональных задач.

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен владеть:*

навыками поиска российских и зарубежных грантовых фондов с помощью Интернета, планирования расходов и отчетов по проектной и научной деятельности, управления проектом на всех этапах его жизненного цикла.

Фонды оценочных средств являются приложением к рабочей программе дисциплины и доступны в личном кабинете обучающихся

### **Алгоритмы параллельного программирования**

**Общая трудоемкость:** 3 ЗЕ (108 ч)

**Формы контроля:** экзамен

**Цель:** дать студентам основные сведения о разработке и реализации параллельных алгоритмов вычислительной математике и физики

**Задачи:** познакомить студентов с эффективными параллельными алгоритмами вычислительной математики и статистической физики..

**Разделы:**

Параллельные алгоритмы на виртуальных топологиях решения задач линейной алгебры

Параллельные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных

Метод Метрополиса и его параллельная реализация для спиновых систем

Метод Ванга-Ландау и его параллельная реализация для спиновых систем

Кластерные алгоритмы и их параллельная реализация для спиновых систем.

Параллельная реализация метода гистограмм и мультигистограмм.

Метод параллельного отжига и его параллельная реализация для моделей спинового стекла.

**Компетенции:** ПК-1

**Индикаторы достижения компетенций:** ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3

Результаты освоения дисциплины:

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен знать:*

основные параллельные алгоритмы линейной алгебры; параллельные алгоритмы решения дифференциальных уравнений в частных производных; параллельные алгоритмы моделирования в статистической физике .

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен уметь:*

использовать алгоритмы параллельного программирования для моделирования физических процессов; анализировать модели на соответствие качественного и количественного описания физического явления; проводить оценку состояния научных исследований в области параллельных алгоритмов численного моделирования задач статистической физики с использованием литературных источников (в том числе на иностранном языке) и данных сети Интернет и выявлять актуальные задачи, имеющие практическую значимость; выбирать численные и теоретические методы, решения задач математического моделирования ; применять методы обработки результатов исследования для решения выбранной задачи.

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен владеть:*

навыками решения задач линейной алгебры и статистической физики с использованием параллельных алгоритмов; средствами разработки программ, реализующих параллельные алгоритмы моделирования сложных спиновых систем и явлений; методами реализации

выбранных путей решения поставленной задачи; методами представления полученных результатов.

Фонды оценочных средств являются приложением к рабочей программе дисциплины и доступны в личном кабинете обучающихся.

### **Динамика критических явлений**

**Общая трудоемкость:** 5 ЗЕ (180ч.)

**Формы контроля:** экзамен

**Цель:** изложение основ современной теории фазовых переходов и введение представлений и методов, необходимых для описания взаимодействия критических флуктуаций, определяющих аномальные особенности термодинамического и кинетического поведения макроскопических систем вблизи температуры фазового перехода.

**Задачи:**

1. Ознакомление студентов с характерными особенностями фазовых переходов в различных физических системах и выделение универсальных параметров и универсальных свойств критического поведения систем вблизи температуры фазового перехода.
2. Введение основных теоретических представлений и методов описания взаимодействия критических флуктуаций, определяющих аномальные особенности термодинамического и кинетического поведения макроскопических систем вблизи температуры фазового перехода - теория подобия, скейлинговые соотношения, методы ренормгруппы и  $\epsilon$ -разложения.
3. Развитие у студентов научного подхода к описанию сложных физических явлений в окружающих нас макроскопических системах.

**Разделы:**

Введение

Критическое замедление

Теория динамического скейлинга Гальперина-Хоэнберга.

Классификация моделей динамического критического поведения

Релаксационные модели критического поведения

Динамические модели с недиссипативными слагаемыми

Неравновесное критическое поведение систем

**Компетенции:** ПК-1

**Индикаторы достижения компетенций:** ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3

Результаты освоения дисциплины:

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен знать:*

основных законов и методов теории фазовых переходов.

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен уметь:*

анализировать научную физическую проблему; выбирать теоретические методы для решения выбранной задачи в области теории фазовых переходов; проводить оценку состояния научных исследований в области теории фазовых переходов с использованием

литературных источников и выявлять актуальные задачи, имеющие практическую значимость.

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен владеть:*

навыками решения сложных физических задач; навыками изложения и анализа результатов решения сложных физических задач;

Фонды оценочных средств являются приложением к рабочей программе дисциплины и доступны в личном кабинете обучающихся

## **Иностранный язык**

**Общая трудоемкость:** 2 ЗЕ (72ч)

**Формы контроля:** зачет

**Цель:** формирование коммуникативной компетенции, необходимой для осуществления деятельности в различных сферах и ситуациях профессионального общения.

**Задачи:**

- подготовить специалиста, владеющего иностранным языком как средством осуществления профессиональной деятельности в иноязычной языковой среде и средством межкультурной коммуникации, специалиста, приобщенного к науке и культуре страны изучаемого языка, понимающего значение адекватного овладения иностранным языком для творческой научной и профессиональной деятельности;
- развивать и совершенствовать коммуникативную компетенцию, предполагающую умение получать, перерабатывать и передавать информацию на уровне грамматически и лексически правильно оформленной беглой речи в широком диапазоне тем академического и профессионального общения;
- создать благоприятные условия для развития критического мышления, необходимого для творческой, профессиональной и научной деятельности.

**Разделы:**

Обучение в магистратуре. Выбор факультета. Академические степени. Перспектива

Проведение исследований. Исследовательский проект

Магистерская диссертация. Работа над диссертацией. Защита диссертации.

Работа и карьера. Карьерные возможности для физиков.

**Компетенции:** УК-4

**Индикаторы достижения компетенций:** УК-4.1, УК-4.2, УК 4.3

Результаты освоения дисциплины:

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен знать:*

назначение и особенности научного стиля устной и письменной речи; правила составления научных текстов: статей, докладов, тезисов, рефератов, рецензий; методы подготовки к публичным выступлениям.

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен уметь:*

анализировать, критически осмысливать научные и профессиональные тексты на иностранном языке; вести деловую и неформальную переписку с представителями научного и профессионального сообществ; участвовать в научных дискуссиях.

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен владеть:*

навыками перевода иностранных текстов с использованием словарей и справочников; навыками общения с представителями научного и профессионального сообществ в деловой и неформальной обстановке; навыками составления аннотаций научных докладов и статей на иностранном языке.

Фонды оценочных средств являются приложением к рабочей программе дисциплины и доступны в личном кабинете обучающихся.

### ***История естественных наук***

***Общая трудоемкость: 2 ЗЕ (72ч)***

***Формы контроля: зачет***

***Цель:*** изучить формирование законов естествознания в историческом контексте

***Задачи:***

- систематизация знаний в области естественных наук;
- понимание причинно-следственной связи в научном познании;
- понимание роли естественных наук в истории человечества

***Разделы:***

Наука как процесс познания

Познание природы в Древнем мире

Первая научная революция

Наука в Средние века

Вторая научная революция

Естествознание в XVII–XVIII веках

Физика в XIX веке

Химия в XIX веке

Биология в XIX веке

Третья научная революция

Естествознание в XX веке

***Компетенции:*** УК-6

***Индикаторы достижения компетенций:*** УК-6.1, УК-6.2

Результаты освоения дисциплины:

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен знать:*

Основные закономерности развития естественно-научного познания.

Предпосылки создания естественно-научных гипотез и теорий.

Роль личности в естественно-научном прогрессе.

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен уметь:*

Обнаруживать причинно-следственные связи и использовать принцип историзма в характеристике естественно-научного прогресса;

Определять приоритеты деятельности при проведении научного исследования на примере научных открытий XIX и XX вв.

Оценивать перспективы развития научно-исследовательской деятельности на примере научных открытий XIX и XX вв.

Анализировать процесс формирования научной теории и оценивать перспективы ее дальнейшего развития.

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен владеть:*

Навыками оценки перспектив развития научно-исследовательской работы в выбранном направлении.

Навыками самооценки, основанными на знании истории развития естественных наук, для выстраивает траекторию профессионального и личностного развития.

Фонды оценочных средств являются приложением к рабочей программе дисциплины и доступны в личном кабинете обучающихся.

## **История и методология науки в контексте мировой культуры**

**Общая трудоемкость:** 2 ЗЕ (72ч)

**Формы контроля:** зачет

**Цель:** создание представлений о естествознании как о логически единой, непрерывно и закономерно развивающейся системе знаний о мире

**Задачи:**

- рассмотрение исторического развития культуры, роли человека в созидании культуры;
- формирование понимания естественной науки как части культуры;
- формирование философских понятий и представлений в приложении к естествознанию; создание у студента целостного системного представления естественнонаучной системы мира.

**Разделы:**

Первый позитивизм

Второй позитивизм

Неопозитивизм

Постпозитивизм

Концепция смены парадигм Томаса Куна. Концепция научно-исследовательских программ Имре Лакатоса. Концепция тематического анализа науки Джеральда Холтона. Эпистемологический анархизм Пола Фейерабенда.

**Компетенции:** УК-5

**Индикаторы достижения компетенций:** УК-5.1, УК-5.2

Результаты освоения дисциплины:

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен знать:*

основные закономерности естественно-научного познания;  
основные философские концепции современного естествознания;  
категориального аппарата межкультурной коммуникации.

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен уметь:*

использовать методологию философского познания;  
проявлять уважительное отношение к различным культурам;  
самостоятельно анализировать культуроведческие факты.

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен владеть:*

методами и приемами научного и философского анализа;  
приемами работы с философскими текстами, посвященными проблемам естествознания;

приемами и методами устного и письменного изложения базовых знаний по философии естественных наук;  
навыками адаптации к культурным особенностям социума, в котором человеку приходится работать;  
навыками толерантного отношения к явлениям другой культуры.

Фонды оценочных средств являются приложением к рабочей программе дисциплины и доступны в личном кабинете обучающихся.

### **Квантовая теория твердого тела**

**Общая трудоемкость:** 3 ЗЕ (108ч.)

**Формы контроля:** экзамен

**Цель:** изучение физических процессов в квантовой системе многих частиц, образующих твердые тела, введение представлений о квазичастицах и элементарных возбуждениях в твердых телах, выделение коллективных эффектов в поведении систем, состоящих из огромного числа частиц.

**Задачи:**

- изучение студентами основных принципов квантовомеханического подхода к феноменологическому и модельному описанию физических процессов в кристаллических твердых телах, основанных на методе вторичного квантования и процедуре диагонализации гамильтониана рассматриваемых макроскопических систем;
- ознакомление с основными видами квазичастиц - элементарных возбуждений, возникающих в различных типах твердых тел, условиями их введения и приближениями, используемыми для получения законов дисперсии элементарных возбуждений;
- демонстрация различных типов квазичастиц и элементарных возбуждений, возникающих в твердых телах, как непосредственных объектов применения статистических методов описания свойств идеальных систем;
- ознакомление с основными эффектами влияния дефектов структуры на энергетический спектр элементарных возбуждений и их физические свойства;
- формирование у студентов навыков решения сложных физических задач и умения правильной трансформации физических идей описываемого процесса в его обобщенную математическую модель;
- развитие у студентов научного подхода к описанию многообразных физических явлений в твердых телах;

**Разделы:**

Колебания кристаллической решетки. Фононы

Плазменные волны в твердых телах. Плазмоны

Электронные свойства кристаллов

Спиновые волны. Магноны

Влияние дефектов структуры на спектр элементарных возбуждений

**Компетенции:** ПК-1

**Индикаторы достижения компетенций: ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3**

Результаты освоения дисциплины:

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен знать:*

основных законов и методов физики твердого тела.

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен уметь:*

анализировать научную физическую проблему;

выбирать теоретические методы для решения выбранной задачи в области физики твердого тела;

проводить оценку состояния научных исследований в области физики твердого тела с использованием литературных источников и выявлять актуальные задачи, имеющие практическую значимость.

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен владеть:*

навыками решения сложных физических задач;

навыками изложения и анализа результатов решения сложных физических задач;

Фонды оценочных средств являются приложением к рабочей программе дисциплины и доступны в личном кабинете обучающихся

**Метод функционала плотности и его приложения**

**Общая трудоемкость: 2 ЗЕ (72ч.)**

**Формы контроля: зачет**

**Цель:** ознакомить студентов с методом функционала плотности - одним из наиболее популярных в настоящее время методов теоретического исследования в физике конденсированных сред и ядерного вещества (В. Кон - Нобелевская премия 1998 г.), а также детально изучить приложения данного метода в физике поверхности.

**Задачи:**

1. Дать основные понятия и соотношения метода функционала плотности. Рассмотреть возможные приближения, поправки и условия их введения.
2. Детально изучить приложения теории функционала электронной плотности, позволяющие в хорошем согласии с экспериментом рассчитывать такие основные поверхностные характеристики материалов, как поверхностная энергия, работа выхода электрона с поверхности, а также характеристики взаимодействия различных материалов вдоль межфазной границы раздела.
3. Ознакомить студентов с проблемами описания многоэлектронных систем и способами их решения.
4. Дать навыки командной работы путем формирования из группы нескольких команд с выделением ролей и постановки общей задачи.

**Разделы:**

Теория функционала плотности в формулировке Хоенберга-Кона.

Вариационный метод.

Электрон-ионное взаимодействие.

Применение МФП к исследованию поверхностных свойств металлов.

Применение МФП к исследованию адгезионных свойств металлов.

**Компетенции: УК-3, ПК-1**

**Индикаторы достижения компетенций:** УК-3.1, УК-3.2, ПК-1.2

Результаты освоения дисциплины:

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен знать:*  
основные принципы и уравнения метода функционала плотности;  
принципы командной работы.

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен уметь:*  
выбирать необходимые приближения или поправки при расчете поверхностных характеристик конкретного металла;  
эффективно работать самостоятельно и в качестве члена команды;  
осуществлять взаимодействие с членами команды при организации и планировании совместной работы.

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен владеть:*  
методом пробных функций в рамках теории функционала плотности;  
навыками изложения и анализа результатов научных расчетов; навыками совместной работы для достижения поставленной цели.

Фонды оценочных средств являются приложением к рабочей программе дисциплины и доступны в личном кабинете обучающихся

**Производственная практика: научно-исследовательская работа**

**Семестры:** 1-4

**Общая трудоемкость:** 56 ЗЕ (2016ч.)

**Формы контроля:** Дифференцированный зачет

**Цель:** приобретение профессиональных умений и практического опыта в зависимости от видов деятельности, на которые ориентирована основная профессиональная образовательная программа.

**Задачи:**

1. Проведение теоретических исследований процессов, явлений и объектов, относящихся к сфере теоретической и вычислительной физики, оценка и интерпретация полученных результатов;
2. Развитие навыков работы с научной литературой, в том числе, периодическими изданиями, изучение справочно-библиографических систем, способов поиска информации;
3. Развитие навыков проведения научной дискуссии по теме научного исследования;
4. Сбор, обработка, анализ и систематизация информации по теме исследования, выбор методов и средств решения задач исследования.

**Разделы:**

Научно-исследовательская работа (производственная практика), ориентированная на общее ознакомление с темой исследования, представляющей научный интерес для обучающегося.

Научно-исследовательская работа (производственная практика), ориентированная на изучение методов необходимых для исследования по выбранной теме.

Научно-исследовательская работа (производственная практика), ориентированная на получение и обработку результатов теоретических или численных расчетов.

Научно-исследовательская работа, ориентированная на проведение исследования, включающая все этапы НИР

**Компетенции:** УК-6, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ПК-1, ПК-4

**Индикаторы достижения компетенций:** ОПК-2.3; УК-6; ОПК-1.3; ОПК-4.2; ОПК-4.3; ПК-4.2; ПК-1

Результаты освоения практики:

*В результате обучающийся должен знать:*

теоретические модели и методы современной теоретической физики; современные методы анализа, представления и передачи информации; пакеты прикладных программ по профилю подготовки; современное состояние системы базовых знаний по специальности; стандарты и нормативы подготовки научных работ и публикаций; компьютерные инструментальные средства, методы компьютерной обработки информации; принципы подготовки публичных выступлений; принципы подготовки научных работ и публикаций. основные подходы к компьютерному моделированию физических явлений; современное состояние дел в области моделирования явлений в выбранной научной сфере деятельности;

*В результате обучающийся должен уметь:*

Собирать и систематизировать разнообразную информацию из многочисленных источников с применением методов анализа и синтеза; Логично формулировать, излагать и аргументировано отстаивать собственное видение проблем и способов их разрешения.

Работать самостоятельно и в коллективе, команде;

Поддерживать и развивать свой интеллектуальный и культурный уровень; Проявлять настойчивость в процессе самосовершенствования;

Ясно, логично излагать результаты научной деятельности; донести до аудитории основную цель работы и новизну представленных результатов; применять сервисные программы, пакеты прикладных программ и инструментальные средства ПЭВМ для подготовки представляемых материалов; анализировать и применять научную литературу по тематике исследований для построения собственного изложения материала; отбирать и использовать соответствующие средства для построения изложения;

Организовывать процесс эффективной работы; Применять математический аппарат для освоения теоретических основ и практического использования физических методов; понимать, излагать и критически оценивать сложные физические процессы и системы; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики;

применять физико-математический аппарат и информационные технологии для решения задач исследования; применять пакеты прикладных программ по профилю подготовки; оптимизировать поиск научной информации;

анализировать научную физическую проблему (в соответствии с профилем подготовки); формулировать задачи исследования на основе цели; анализировать научные публикации, отражающие состояние данной научной области (в соответствии с профилем подготовки); использовать модели исследуемого физического явления или объекта; формулировать выводы; интерпретировать результаты; оценивать соответствие результатов исследования поставленным задачам; оценивать соответствие выводов цели; доводить результаты научных исследований до нового либо усовершенствованного результата

Планировать научную деятельность; Следовать намеченному плану решения профессиональной задачи;

реализовывать алгоритмы для решения задач численного моделирования; проверять корректность выбранного подхода к численному решению поставленной задачи; реализовывать алгоритмы для решения задач численного моделирования; разрабатывать программные комплексы для моделирования явлений и процессов.

*В результате обучающийся должен владеть:*

Навыками написания научных отчетов, статей и т.д., подготовки презентаций и докладов на русском языке; комплексом знаний и навыков для развития в выбранном направлении науки; навыками использования математического аппарата для решения физических задач; методами обработки и анализа теоретической физической информации современными программными средствами вычислительной техники; навыками использования физико-математического аппарата и информационных технологий для решения исследовательских задач;

навыками саморегуляции и самоорганизации, саморазвития;

способностью анализировать полученные в ходе научно-исследовательской работы данные и делать научные выводы (заключения) навыками использования современной вычислительной техники, включая суперкомпьютерные вычисления; навыками оценки применимости применяемых методик и методов; методами математического и физического моделирования; навыками использования современной вычислительной техники, включая суперкомпьютерные вычисления.

Фонды оценочных средств являются приложением к рабочей программе практики и доступны в личном кабинете обучающихся

### **Объектно ориентированное программирование**

**Общая трудоемкость:** 2 ЗЕ (72ч.)

**Формы контроля:** зачет

**Цель:** Формирование системы понятий, знаний, умений и навыков в области современного объектно-ориентированного программирования, включающего в себя методы проектирования, анализа и создания программных продуктов.

**Задачи:**

1. Ознакомить студентов с современными концепциями разработки программного обеспечения.
2. Преподавать студентам теоретические основы UML-методологии.
3. Дать практические навыки в области создания объектно-ориентированных программ на примере языка Java.
4. Познакомить студентов с основами современных технологий разработки программного обеспечения в среде клиент-сервер и в Internet/Intranet среде.
5. Научить студентов создавать объектно-ориентированные web-приложения.
6. Дать навыки командной работы путем формирования из группы нескольких команд с выделением ролей и постановкой общей задачи.

**Разделы:**

Концепции разработки программного обеспечения

Объекты

UML-методология, основы RUP

Введение в J2EE

Разработка объектно-ориентированных web-приложений

**Компетенции:** ПК-4

**Индикаторы достижения компетенций:** ПК-4.3

Результаты освоения дисциплины:

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен знать:*

основы современных технологий разработки программного обеспечения;  
методов планирования и организации индивидуальной и командной работы.

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен уметь:*

создавать объектно-ориентированные web-приложения;  
эффективно работать самостоятельно и в качестве члена команды; делегировать полномочия, определять зоны ответственности при решении общекомандных задач.

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен владеть:*

навыками в области создания объектно-ориентированных программ;  
навыками совместной работы для достижения поставленной цели.

Фонды оценочных средств являются приложением к рабочей программе дисциплины и доступны в личном кабинете обучающихся

**Производственная практика: Преддипломная практика**

**Семестры:** 4

**Общая трудоемкость:** 3 ЗЕ (108ч.)

**Формы контроля:** Дифференцированный зачет

**Цель:** приобретение профессиональных умений и практического опыта в зависимости от видов деятельности, на которые ориентирована основная профессиональная образовательная программа.

**Задачи:**

выполнение и оформление выпускной квалификационной работы, содержащей новое или усовершенствованное решение научно-исследовательской задачи.

**Разделы:**

Подготовительный этап.

Основной этап прохождения практики.

Заключительный этап

**Компетенции:** ОПК-1, ОПК-3, ПК-3

**Индикаторы достижения компетенций:** ОПК-1.3; ОПК-3.3; ПК-3.3

Результаты освоения практики:

*В результате обучающийся должен знать:*

стандарты и нормативы подготовки научных работ и публикаций; компьютерные инструментальные средства, методы компьютерной обработки информации; принципы подготовки публичных выступлений; принципы подготовки научных работ и публикаций. современные достижения и проблемы в выбранной области;

*В результате обучающийся должен уметь:*

проводить научные исследования с использованием необходимого оборудования и/или методов математического моделирования, обрабатывать и представлять результаты научно-исследовательской работы;

применять сервисные программы, пакеты прикладных программ и инструментальные средства ПЭВМ для подготовки представляемых материалов;

*В результате обучающийся должен владеть:*

навыками написания научных отчетов, статей и т.д., подготовки презентаций и докладов на русском языке; комплексом знаний и навыков для развития в выбранном направлении науки; навыками использования математического аппарата для решения физических задач; методами обработки и анализа теоретической физической информации современными программными средствами вычислительной техники; навыками использования физико-математического аппарата и информационных технологий для решения исследовательских задач; способностью анализировать полученные в ходе научно-исследовательской работы данные и делать научные выводы (заключения) навыками использования современной вычислительной техники, включая суперкомпьютерные вычисления; навыками оценки применимости применяемых методик и методов.

Фонды оценочных средств являются приложением к рабочей программе практики и доступны в личном кабинете обучающихся

### **Синергетика и ее приложения в естествознании и экологии**

**Общая трудоемкость: 4 ЗЕ (144ч.)**

**Формы контроля: экзамен**

**Цель:** ознакомление студентов с современными проблемами естествознания и устойчивого развития макроскопических открытых систем, изучение теоретических моделей фундаментальных процессов и явлений в физике и ее приложений к естественным наукам и экологии

**Задачи:**

- развитие у студентов научного подхода к описанию многообразных неравновесных явлений в физике, естествознании, экологии и социологии
- изучение основных принципов вероятностного подхода к феноменологическому и модельному описанию процессов самоорганизации сложных систем
- демонстрация различных типов процессов самоорганизации сложных систем в физике, естествознании, экологии и социологии
- ознакомление с основными эффектами влияния самоорганизации на свойства различных систем
- формирование у студентов навыков решения сложных физических задач и умения правильной трансформации физических идей описываемого процесса в его обобщенную математическую модель
- развитие представлений о физическом, химическом и биологическом моделировании; об особенностях биологической формы организации материи.

**Разделы:**

Общие принципы и методы

Физические системы

Приложение к химическим и биохимическим системам

Приложение к биологии и экологии

Приложение к социологии

Динамический хаос

**Компетенции:** ОПК-1, ОПК-2

**Индикаторы достижения компетенций:** ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1

Результаты освоения дисциплины:

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен знать:*

основные представления теории описания процессов самоорганизации в различных сложных системах; условий их реализации, основные эффекты влияния самоорганизации на свойства различных систем и методов описания, приближения, используемые для получения законов изменения долгоживущих возбуждений;

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен уметь:*

Понимать теоретические основы, основные понятия, законы и модели математики и физики, методы теоретических исследований в физике; строить физические и математические модели описания процессов самоорганизации, основных явлений, основанных на статистических представлениях; анализировать модели на соответствие качественного и количественного описания физического явления

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен владеть:*

научным подходом к описанию многообразных неравновесных явлений в физике, естествознании, экологии и социологии;

навыками обработки и представления результатов научно-исследовательской работы; навыками критического анализа современных достижений в области теоретической физики.

Фонды оценочных средств являются приложением к рабочей программе дисциплины и доступны в личном кабинете обучающихся

### **Семинар по научной литературе**

**Общая трудоемкость:** 7 ЗЕ (252ч.)

**Формы контроля:** зачет, зачет, зачет

**Цель:** формирование навыков научных коммуникаций, публичного обсуждения методики и результатов научно-исследовательской работы, знакомство с современными проблемами и методами науки через изучение научных статей в области специализации, соответствующей направлению научных исследований каждого магистранта, с последующим докладом разобранных статей

**Задачи:**

1. Обучение магистрантов методологии научно-исследовательской работы, практическим навыкам подготовки аналитических обзоров научных статей, докладов и магистерской диссертации.
2. Развитие научного подхода к описанию явлений в физике, способности самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности знания и умения, в том числе в новых областях.

3. Развитие способности в форме доклада формулировать мысли, свою точку зрения, владения навыками ведения научной и общекультурной дискуссий и презентации исследовательских результатов.

4. Развитие способности самостоятельно осваивать новые представления и методы исследований по профилю научной подготовки.

5. Знакомство со структурой научных публикаций, научных статей.

обучение магистрантов методологии научно-исследовательской работы, практическим навыкам подготовки аналитических обзоров научных статей, докладов и магистерских диссертаций; выработка у магистрантов навыков ведения научной дискуссии и презентации исследовательских результатов.

**Разделы:**

Особенности неравновесного поведения систем при фазовых переходах второго рода;

Теоретические модели и методы описания адсорбции атомов металла на металлических поверхностях;

Явления старения и нарушения флуктуационно-диссипативной теоремы в системах с медленной динамикой;

Ферромагнетизм ультратонких пленок переходных металлов;

Мультислойные магнитные структуры с эффектами ГМС и расчет характеристик структур методами компьютерного моделирования;

Моделирование эффектов старения в мультислойных магнитных структурах;

**Компетенции:** ОПК-1, ОПК-3

**Индикаторы достижения компетенций:** ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-1.4

Результаты освоения дисциплины:

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен знать:*

современные достижения и проблемы в области теоретической физики; виды научно-исследовательских задач и требований к ним;

о необходимости использования актуальной научной информации в процессе преподавания физических дисциплин;

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен уметь:*

находить актуальную и авторитетную научную и техническую информацию, которая может быть использована при подготовке материалов лекций и практических занятий; собирать и систематизировать разнообразную информацию из многочисленных источников с применением методов анализа и синтеза; логично формулировать, излагать и аргументировано отстаивать собственное видение проблем и способов их разрешения.

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен владеть:*

навыками ведения дискуссий; навыками публичной речи и аргументированного изложения собственной точки зрения, навыками критического анализа современных достижений в области теоретической физики.

Фонды оценочных средств являются приложением к рабочей программе дисциплины и доступны в личном кабинете обучающихся

**Синергетика и ее приложения в естествознании и экологии**

**Общая трудоемкость: 4 ЗЕ (144ч.)**

**Формы контроля:** экзамен

**Цель:** ознакомление студентов с современными проблемами естествознания и устойчивого развития макроскопических открытых систем, изучение теоретических моделей фундаментальных процессов и явлений в физике и ее приложений к естественным наукам и экологии

**Задачи:**

- развитие у студентов научного подхода к описанию многообразных неравновесных явлений в физике, естествознании, экологии и социологии
- изучение основных принципов вероятностного подхода к феноменологическому и модельному описанию процессов самоорганизации сложных систем
- демонстрация различных типов процессов самоорганизации сложных систем в физике, естествознании, экологии и социологии
- ознакомление с основными эффектами влияния самоорганизации на свойства различных систем
- формирование у студентов навыков решения сложных физических задач и умения правильной трансформации физических идей описываемого процесса в его обобщенную математическую модель
- развитие представлений о физическом, химическом и биологическом моделировании; об особенностях биологической формы организации материи.

**Разделы:**

Общие принципы и методы

Физические системы

Приложение к химическим и биохимическим системам

Приложение к биологии и экологии

Приложение к социологии

Динамический хаос

**Компетенции:** ОПК-1, ОПК-2

**Индикаторы достижения компетенций:** ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1

Результаты освоения дисциплины:

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен знать:*

основные представления теории описания процессов самоорганизации в различных сложных системах; условий их реализации, основные эффекты влияния самоорганизации на свойства различных систем и методов описания, приближения, используемые для получения законов изменения долгоживущих возбуждений;

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен уметь:*

Понимать теоретические основы, основные понятия, законы и модели математики и физики, методы теоретических исследований в физике; строить физические и математические модели описания процессов самоорганизации, основных явлений, основанных на статистических представлениях; анализировать модели на соответствие качественного и количественного описания физического явления

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен владеть:*

научным подходом к описанию многообразных неравновесных явлений в физике, естествознании, экологии и социологии;

навыками обработки и представления результатов научно-исследовательской работы; навыками критического анализа современных достижений в области теоретической физики.

Фонды оценочных средств являются приложением к рабочей программе дисциплины и доступны в личном кабинете обучающихся

### **Современные методы исследования вещества**

**Общая трудоемкость:** 2 ЗЕ (72ч)

**Формы контроля:** зачет

**Цель:** формирование у обучающихся комплекса представлений о современных методах исследования структуры, состава и физико-химических свойств вещества, о физических принципах, на которых они базируются, а также в получении практических навыков работы с экспериментальной техникой и освоении основных методик анализа.

**Задачи:**

- изучение физических явлений и процессов, лежащих в основе современных методов исследования вещества;
- ознакомление с наиболее используемыми в современной научной практике методами исследования вещества, их информационными и аналитическими характеристиками, экспериментальной техникой и методиками анализа;
- развитие у обучающихся навыков целенаправленного выбора и практического использования методов исследования для решения поставленных задач.

**Разделы:**

Методы оптической микроскопии.

Методы электронной дифракции и микроскопии.

Методы сканирующей зондовой микроскопии.

Методы химического анализа.

**Компетенции:** УК-1

**Индикаторы достижения компетенций:** УК-1.1, УК-1.2, УК 1.3, УК 1.4

Результаты освоения дисциплины:

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен знать:*

Современные достижения науки и техники в сфере выбранной профессиональной деятельности.

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен уметь:*

Анализировать проблемную ситуацию, возникшую в научно-исследовательской деятельности;

находить актуальную и авторитетную научную и техническую информацию;

использовать в своей научно – исследовательской работе результаты последних достижений науки и техники;

критически анализировать и воспринимать информацию о последних достижениях науки и техники;

аргументированно предлагать методы решения научно-исследовательских задач.

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен владеть:*

навыками критического анализа современных достижений в области физики.

Фонды оценочных средств являются приложением к рабочей программе дисциплины и доступны в личном кабинете обучающихся.

### **Современные проблемы естествознания**

**Общая трудоемкость:** 2 ЗЕ (72ч.)

**Формы контроля:** зачет

**Цель:** ознакомление студентов с современными проблемами естествознания и вычислительной физики, теоретическими моделями фундаментальных процессов и явлений в физике и их приложений к естественным наукам

**Задачи:**

- развитие у студентов научного подхода к описанию многообразных явлений в естествознании;
- развитие способности самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности знания и умения, в том числе в новых областях физики и естествознания
- развитие способности использовать на практике углубленные фундаментальные знания, полученные в области естественных наук
- демонстрация различных типов процессов в сложных физических системах
- ознакомление с эффектами влияния фундаментальных процессов на получение материалов с уникальными физическими свойствами
- формирование у студентов умения правильной трансформации физических идей описываемого процесса в его обобщенную математическую модель.

**Разделы:**

Эпоха гигантских эффектов в физике

Спинтроника

Особенности физических свойств ультратонких ферромагнитных пленок

Статистические особенности поведения систем с медленной динамикой

**Компетенции:** УК-1, ОПК-4

**Индикаторы достижения компетенций:** УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, ОПК-4.1

Результаты освоения дисциплины:

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен знать:*

Современные проблемы естествознания и вычислительной физики; методы и средства анализа и синтеза; структуру аргументации и основные виды аргументов;

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен уметь:*

Понимать теоретические основы, основные понятия, законы и методы теоретических исследований в физике;

оценивать актуальность, научную новизну, теоретическую и практическую значимость исследования; определять пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации и проектировать процессы по их устранению; критически оценивать противоречивую информацию, полученную из различных источников; логично

формулировать, излагать и аргументировано отстаивать собственное видение проблем и способов их разрешения.

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен владеть:*

научным подходом к описанию многообразных явлений в физике и естествознании;  
навыками обработки и представления результатов научно-исследовательской работы;  
навыками критического анализа современных достижений в области теоретической физики.

Фонды оценочных средств являются приложением к рабочей программе дисциплины и доступны в личном кабинете обучающихся

## **Современные технологии систем управления баз данных**

**Общая трудоемкость:** 2 ЗЕ (72ч.)

**Формы контроля:** зачет

**Цель:** Формирование системы понятий, знаний, умений и навыков в области современного программирования баз данных, включающего в себя методы проектирования, анализа и создания программных продуктов.

**Задачи:**

1. Ознакомить студентов с современным уровнем развития информационных систем для обработки больших массивов данных – Реляционными Системами Управления Базами Данных.
2. Преподавать студентам теоретические методы проектирования и управления БД.
3. Научить студентов использовать ANSI-стандартизованные средства для доступа к данным (независимо от платформы или фирмы-производителя РСУБД).
4. Дать практические навыки в области построения БД на примере РСУБД Oracle.
5. Познакомить студентов с современными технологиями разработки программного обеспечения в среде клиент-сервер и в Internet/Intranet среде.
6. Дать навыки командной работы путем формирования из группы нескольких команд с выделением ролей и постановки общей задачи.

**Разделы:**

Реляционные системы управления базами данных

Язык SQL

PL/SQL - внутренний язык Oracle

Утилиты Oracle

РСУБД Oracle и Web

**Компетенции:** УК-3, ПК-1

**Индикаторы достижения компетенций:** УК-3.1, УК-3.2, ПК-1.2

Результаты освоения дисциплины:

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен знать:*

основы и понятия современного программирования баз данных; принципы командной работы.

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен уметь:*

выбирать методы построения и оптимизации реляционных баз данных для решения выбранной задачи; эффективно работать самостоятельно и в качестве члена команды;

осуществлять взаимодействие с членами команды при организации и планировании совместной работы.

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен владеть:*

навыками построения баз данных и разработки программного обеспечения в среде клиент-сервер и в Internet/Intranet среде; навыками совместной работы для достижения поставленной цели.

Фонды оценочных средств являются приложением к рабочей программе дисциплины и доступны в личном кабинете обучающихся

## **Суперкомпьютерные технологии**

**Общая трудоемкость:** 2 ЗЕ (72ч)

**Формы контроля:** зачет

**Цель:** изучение современных суперкомпьютерных и квантовых вычислительных технологий, Изучение структурных единиц квантовых компьютеров. Овладение базовыми знаниями о практическом использовании квантовых алгоритмов

**Задачи:** ознакомление студентов с современными технологиями параллельного программирования и перспективами развития суперкомпьютерных технологий и квантовых вычислений.

**Разделы:**

- Технология программирования CUDA.
- Квантовые компьютеры.
- Квантовые вычисления.

**Компетенции:** ПК-2

**Индикаторы достижения компетенций:** ПК-2.1, ПК-2.2

Результаты освоения дисциплины:

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен знать:*

Методы параллельного программирования с использованием технологии CUDA.

Основные понятия, принципы и подходы квантовых вычислений;

Основные квантовые алгоритмы.

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен уметь:*

использовать технологии параллельного программирования для моделирования физических процессов, аналитически обрабатывать однокубитовые состояния при помощи квантовых логических элементов; реализовывать алгоритмы для решения задач численного моделирования; разрабатывать программные комплексы для моделирования явлений и процессов.

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен владеть:*

навыками программирования с использованием технологии CUDA и навыками квантового программирования.

Фонды оценочных средств являются приложением к рабочей программе дисциплины и доступны в личном кабинете обучающихся.

## **Теоретические методы в физике поверхности**

**Общая трудоемкость:** 3 ЗЕ (108ч.)

**Формы контроля:** экзамен

**Цель:** дать описание физических свойств поверхности и основных теоретических методов расчета поверхностных и адгезионных характеристик различных материалов.

**Задачи:**

1. Ознакомить студентов с понятием поверхности, проблемах ее описания, отличительных физических свойствах поверхности.
2. Дать представление об современных теоретических методах исследования поверхности и поверхностных свойств различных материалов.
3. Детально изучить теории функционала электронной плотности и диэлектрического формализма - теоретические подходы и методы, позволяющие в хорошем согласии с экспериментом рассчитывать такие основные поверхностные характеристики материалов, как поверхностная энергия, работа выхода электрона с поверхности, энергия адсорбции атомов на металлических поверхностях, а также характеристики взаимодействия различных материалов вдоль межфазной границы раздела.

**Разделы:**

Макроскопическое описание поверхностей твердых тел

Основные положения электронной теории поверхностей металлов

Методы экспериментальных исследований поверхностных свойств твердых тел.

Метод функционала плотности. Поверхностные характеристики металлов.

Описание электрон-ионного взаимодействия.

Теоретические модели и методы описания адсорбции на металлах

Метод диэлектрического формализма и его применение к расчету адгезионных характеристики контакта различных материалов.

**Компетенции:** ПК-4

**Индикаторы достижения компетенций:** ПК-4.1

Результаты освоения дисциплины:

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен знать:*

теоретические основы, понятия, законы и модели физики поверхности; основы численных методов в физике поверхности;

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен уметь:*

пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики поверхности;

обрабатывать и представлять результаты научно-исследовательской работы;

ясно, логично излагать результаты научной деятельности, донести до аудитории основную цель работы и представленные результаты;

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен владеть:*

методами обработки и анализа теоретической физической информации; навыками численного решения сложных физических задач.

Фонды оценочных средств являются приложением к рабочей программе дисциплины и доступны в личном кабинете обучающихся

**Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков**

**Семестры:** 1

**Общая трудоемкость:** 1 ЗЕ (36ч.)

**Формы контроля:** зачет

**Цель:** приобретение первичного практического опыта в зависимости от видов деятельности, на которые ориентирована основная профессиональная образовательная программа.

**Задачи:**

овладеть необходимыми профессиональными навыками пользователя компьютерной лаборатории с целью применить их в дальнейшей научной работе.

**Разделы:**

1. Получение первичных навыков исследовательской деятельности.
2. Знакомство с программой (программным комплексом) в соответствии с темой научно-исследовательской работы.
3. Подведение итогов практики

**Компетенции:** ОПК-2; ПК-1

**Индикаторы достижения компетенций:** ОПК-2.1; ОПК-2.2; ПК-1

Результаты освоения практики:

*В результате обучающийся должен знать:*

современные методы анализа, представления и передачи информации; пакеты прикладных программ по профилю подготовки; компьютерные инструментальные средства, методы компьютерной обработки информации; основные подходы к компьютерному моделированию физических явлений;

*В результате обучающийся должен уметь:*

применять сервисные программы, пакеты прикладных программ и инструментальные средства ПЭВМ в соответствии с темой научно-исследовательской работы и для подготовки представляемых материалов;

применять физико-математический аппарат и информационные технологии для решения задач исследования; применять пакеты прикладных программ по профилю подготовки;

*В результате обучающийся должен владеть:*

методами обработки и анализа теоретической физической информации современными программными средствами вычислительной техники; навыками использования современной вычислительной техники, включая суперкомпьютерные вычисления;

Фонды оценочных средств являются приложением к рабочей программе практики и доступны в личном кабинете обучающихся

**Физика магнитных явлений**

**Общая трудоемкость:** 6 ЗЕ (216ч.)

**Формы контроля:** экзамен

**Цель:** изучение основ физики магнетизма как слабомагнитных - пара- и диамагнетиков, так и сильномагнитных веществ, обладающих атомным магнитным порядком, - ферро- и антиферромагнетиков, основных представлений молекулярной теории ферро- и

антиферромагнетизма, а также основ современной квантовой теории магнитоупорядочения в d- и f-металлах и сплавах.

**Задачи:**

1. Ознакомление студентов с основными типами магнитных состояний вещества, квантовой природой магнетизма, носящей прежде всего обменный характер, характерными особенностями зонной модели и модели s-d обмена - основными моделями магнетизма в металлах, природой косвенного обменного взаимодействия, чей осциллирующий характер и определяет сложные магнитные структуры в редкоземельных металлах;

2. Введение основных теоретических представлений и методов описания обменного взаимодействия электронной подсистемы в твердых телах, определяющих появление дальнего магнитного порядка в системе;

3. Развитие у студентов научного подхода к описанию сложных физических явлений в окружающих нас макроскопических системах.

**Разделы:**

Введение

Магнитные свойства металлов, не обладающих магнитным упорядочением

Магнитные фазовые переходы и теория эффективного молекулярного поля Кюри-Вейса

Обменная теория ферромагнетизма

Ферромагнетизм в модели коллективизированных электронов

Основы теории s-f обменной модели

Теория антиферромагнетизма

Теория ферримагнетизма

**Компетенции: ПК-3**

**Индикаторы достижения компетенций: ПК-3.1, ПК-3.2**

Результаты освоения дисциплины:

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен знать:*

основные законы физики магнитных явлений,

современные достижения и проблемы в области магнитных явлений;

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен уметь:*

применять научный подход к описанию сложных физических явлений в окружающих нас макроскопических системах;

анализировать модели на соответствие качественного и количественного описания физического явления;

анализировать научную физическую проблему и правильно трансформировать физические идеи описываемого процесса в его обобщенную математическую модель.

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен владеть:*

навыками использования научного подхода к описанию сложных физических явлений в окружающих нас макроскопических системах; навыками решения сложных физических задач.

Фонды оценочных средств являются приложением к рабочей программе дисциплины и доступны в личном кабинете обучающихся

## **Физика неупорядоченных систем**

**Общая трудоемкость:** 33Е (108ч)

**Формы контроля:** экзамен

**Цель:** дать студентам основные сведения о физических моделях, используемых для анализа физических свойств неупорядоченных сред (аморфных сплавов, твердых растворов, структурно неупорядоченных магнетиков, полимеров, спиновых стекол) - систем, в которых отсутствует дальний порядок расположения атомов. Проиллюстрировать возможность использования теоретических и численных методов, разработанных для анализа свойств неупорядоченных сред, в других областях (задачи оптимизации, моделирование процессов распознавания образов, биологической эволюции)

**Задачи:** познакомить студента с основными теоретическими моделями неупорядоченных систем и их приложений. Познакомить студента с основными теоретическими моделями неупорядоченных систем и их приложений.

Дать представления об экспериментальных, численных и аналитических методах исследования неупорядоченных систем.

**Разделы:**

Введение

Общие свойства неупорядоченных систем

Теория перколяции.

Фракталы. Фрактальная размерность.

Влияние беспорядка на фазовые переходы.

Спиновые стекла.

Физика полимеров.

**Компетенции:** ПК-1

**Индикаторы достижения компетенций:** ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3

Результаты освоения дисциплины:

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен знать:*

границы применимости изучаемой физической теории основные понятия, соотношения и способы теоретического описания неупорядоченных систем; основные понятия, законы и модели статистической физики неупорядоченных систем; методы обработки данных моделирования неупорядоченных систем.

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен уметь:*

осваивать вопросы, выносимые на самостоятельное изучение, реализовать компьютерные программы при рассмотрении отдельных вопросов дисциплины; определять влияния беспорядка на физические явления; применять методы моделирования физических явлений;

определять проявление эффектов беспорядка на физические явления; проводить оценку состояния научных исследований в области физики неупорядоченных систем с использованием литературных источников (в том числе на иностранном языке) и данных сети Интернет и выявлять актуальные задачи, имеющие практическую значимость; выбирать численные и теоретические методы математического моделирования; применять методы обработки результатов исследования для решения выбранной задачи.

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен владеть:*

приемами численного моделирования физических процессов в неупорядоченных системах;

навыками описания физических явлений в неупорядоченных системах; навыками самостоятельной работы с научной литературой по данной дисциплине.; навыками описания физических явлений в неупорядоченных системах; методами реализации выбранного пути решения поставленной задачи; методами представления полученных результатов.

Фонды оценочных средств являются приложением к рабочей программе дисциплины и доступны в личном кабинете обучающихся.

### **Численные методы исследования ультратонких пленок**

**Общая трудоемкость:** 2 ЗЕ (72ч.)

**Формы контроля:** зачет

**Цель:** ознакомить студентов с описанием физических свойств ультратонких металлических пленок с учетом магнитного упорядочения, теоретических методов их исследования, а также методов расчета магнитных и энергетических характеристик ультратонких металлических пленок.

**Задачи:**

1. Ознакомить студентов с проблемами, возникающими при описании многоэлектронных наноразмерных систем и способами их решения.
2. Дать основные модели описания магнитного упорядочения в тонких пленках. Рассмотреть возможные приближения, поправки и условия их введения.
3. Изучить методику расчета магнитных и энергетических характеристик ультратонких металлических пленок при их адсорбции на немагнитных металлических подложках с учетом эффектов релаксации в зависимости от ориентации поверхностной грани.

**Разделы:**

Введение в физику ультратонких магнитных пленок;

Метод функционала спиновой плотности

Пакеты программ для квантово-химических расчетов

Исследование энергетических и магнитных свойств монослойных пленок переходных металлов на немагнитных металлических подложках

Исследование влияния эффектов релаксации на энергетические, структурные и магнитные свойства ультратонких пленок.

**Компетенции:** ПК-1

**Индикаторы достижения компетенций:** ПК-1.2, ПК-1.3

Результаты освоения дисциплины:

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен знать:*

теоретические основы, понятия, законы и модели физики магнитных явлений и физики твердого тела; основы численных методов в квантово-химических расчетах;

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен уметь:*

пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики твердого тела; обрабатывать и представлять результаты научно-исследовательской работы;

проверять корректность выбранного подхода к численному решению поставленной задачи; применять пакеты программ для квантово-химических расчетов для решения задач численного моделирования тонких пленок;

реализовать выбранные пути решения поставленной задачи и представлять полученные результаты;

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен владеть:*

методами обработки и анализа теоретической физической информации; навыками численного решения сложных физических задач.

Фонды оценочных средств являются приложением к рабочей программе дисциплины и доступны в личном кабинете обучающихся