

## Аннотации рабочих программ учебных курсов, предметов, дисциплин (модулей)

### Базовая часть

#### Философские вопросы естественнонаучных дисциплин

##### 1. Цели освоения дисциплины (модуля).

Целью изучения дисциплины является ознакомление учащихся с общими методологическими основаниями современной науки.

##### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП магистратуры.

Дисциплина входит базовую часть блока Б1.

Предметом курса являются философские основания физики. Основным условием возможности изучения дисциплины является способность к абстрактному мышлению. Знание общих курсов физики и философии позволяет сделать изучение дисциплины более продуктивным. Значение знания философских оснований физики состоит в том, что оно позволяет корректно формулировать используемые в рассуждениях понятия и правильно использовать их в обосновании выдвигаемых положений.

##### 3. Краткое содержание дисциплины (модуля) (основные разделы и темы)

Законы, объяснения и вероятность. Значение законов: объяснение и предсказание. Индукция и статистическая вероятность. Индукция и логическая вероятность. Экспериментальный метод. Измерение и количественный язык. Три вида понятий в науке. Измерение количественных понятий. Экстенсивные величины. Время. Длина. Производные величины и количественный язык. Преимущества количественного метода. Магический взгляд на язык. Структура пространства. Постулат Евклида о параллельных. Неевклидовы геометрии. Пуанкаре против Эйнштейна. Пространство в теории относительности. Преимущества неевклидовой физической геометрии. Кантовские синтетические априорные суждения. Причинность и детерминизм. Причинность. Включает ли причинность необходимость? Логика каузальных модальностей. Детерминизм и свобода воли. Теоретические законы и теоретические понятия. Теория и ненаблюдаемые (величины). Правила соответствия. Как новые эмпирические законы выводятся из теоретических законов. Предложения Рамсея. Аналитические предложения в языке наблюдения. Аналитические утверждения в теоретическом языке. За пределами детерминизма. Статистические законы. Индетерминизм в квантовой механике.

##### 4. Требования к результатам освоения дисциплины.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1)
- готовность действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения (ОК-2);
- готовность руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОПК-2);
- способность демонстрировать знания в области философских вопросов естествознания, истории и методологии физики (ОПК-7).

В результате изучения дисциплины студент **должен:**

**Знать:** традиционные и современные проблемы естествознания в классический, неклассический и постнеклассический периоды развития науки, современную методологию научных исследований;

**Уметь:** критически анализировать философские тексты естественнонаучной направленности, классифицировать и систематизировать направления философской мысли в различных традициях;

##### 5. Общая трудоемкость дисциплины.

4 зачетных единиц (144 академических часа).

##### 6. Формы контроля.

Промежуточная аттестация – зачет (2 сем.).

## Современные проблемы физики

### 1. Цели освоения дисциплины (модуля).

Цель преподавания дисциплины «Современные проблемы физики» заключается в приобретении магистрантами глубоких и систематизированных знаний в области физики как научного знания и современной образовательной дисциплины.

### 2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы.

Дисциплина включена в базовую часть блока Б1.

### 3. Краткое содержание дисциплины (модуля) (основные разделы и темы)

Классические и квантовые поля. Общие принципы классической теории поля. Вариационный принцип. Теорема Нётер. Группы преобразований и симметрии. Релятивистские волновые уравнения. Скалярное поле. Уравнение Клейна-Гордона. Векторные поля. Уравнения Максвелла и Прока. Уравнение Дирака. Взаимодействующие поля. Поля Янга-Миллса. Квантование и интерпретация в терминах частиц. Квантование полей. Вакуум в квантовой теории поля. Теорема Голдстоуна. Спонтанное нарушение калибровочных симметрий. Модель Салама-Вайнберга. Квантовые частицы в пространствах с нетривиальной топологией. Квантовые частицы во внешнем электромагнитном поле. Эффект Ааронова-Бома. Квантовые частицы во внешнем неабелевом поле. Физические основы эффекта Казимира. Поляризация вакуума в пространствах с нетривиальной топологией и космология. Общая теория относительности (ОТО) и космология. Принцип эквивалентности. Уравнения Эйнштейна. Основы римановой геометрии. Метрический тензор. Тензор Римана. Принцип эквивалентности и геометризация тяготения. Действие для гравитационного поля. Тензор энергии-импульса материи. Уравнения Эйнштейна. Пространства Шварцшильда, Керра-Ньюмена, де Ситтера, Шварцшильда-де Ситтера. Гравитационное поле заряженной массы. Движение в сильном гравитационном поле. Эффекты ОТО. Смещение частоты света. Смещение перигелия. Отклонение луча света в гравитационном поле. Запаздывание радарного эха. Гравитационные линзы. Пространство-время черной дыры. Небесная механика в поле черной дыры. Черные и белые дыры. Теорема Хокинга. Принцип космической цензуры. Термодинамика черных дыр. Квантовые эффекты в черных дырах. Эффект Хокинга. Космология. Изотропная модель Вселенной. Стандартная космологическая модель. Космология и элементарные частицы. Скалярные поля в космологии. Спонтанное нарушение симметрии. Поляризация вакуума и инфляция. Космологическая постоянная. Квантовое рождение Вселенной. Структура Вселенной. Реликтовое излучение. Неполнота стандартной модели и суперсимметрия. Космология и новая физика. Проблема темной материи Темная энергия. Квантовая информация. Энтропия и информация. Измерение в квантовой теории. Парадокс Эйнштейна-Подольского-Розена. Неравенства Белла. Квантовая телепортация и криптография. Квантовая суперпозиция Запутанные состояния. Неклонируемость квантового объекта. Квантовая телепортация. Передача квантового кода. Протокол передачи квантового кода. Квантовая криптография. Квантовые вычисления и компьютеры Преобразование информации в квантовых системах. Квантовые вычисления Квантовые компьютеры. Атомная и ядерная физика. Лазеры, разеры, газеры. Проблематика управляемого термоядерного синтеза. Сверхтяжелые элементы, проблема устойчивости. Экзотические ядра. Кварки и глюоны. Квантовая хромодинамика. Единая теория слабого и электромагнитного взаимодействия. Стандартная модель. Великое объединение Суперобъединение (супергравитация). Бозон Хиггса. Физика конденсированного состояния. Высокотемпературная сверхпроводимость. Квантовые жидкости. Полупроводниковая электроника Экзотические вещества (фуллерены, нанотрубки, металлический водород системы с пониженной размерностью). Конденсат Бозе – Эйнштейна.

### 4. Требования к результатам освоения дисциплины.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

–

–способность к активной социальной мобильности, организации научно-исследовательских и инновационных работ (ОПК-3)

–способность адаптироваться к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, социокультурных и социальных условий деятельности (ОПК-4);

–способность использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области компьютерных технологий для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами направленности (профиля) подготовки (ОПК-5)

–способность использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе (ОПК-6);

В результате изучения дисциплины студент **должен:**

**Знать:**

Принципы формулировки новых задач, возникающих в ходе научных исследований;

Новые теории и модели современной теоретической физики и принципы их создания;

**Уметь:**

Анализировать научную литературу с последующим реферированием.

**Владеть:**

Навыками выполнения элементов научного исследования в одной из областей современной теоретической и математической физики.

**5. Общая трудоемкость дисциплины.**

4 зачетных единиц (144 академических часов).

**6. Формы контроля.**

Промежуточная аттестация – экзамен (3 сем.).

## **История и методология физики**

**1. Цели освоения дисциплины (модуля).**

Цели освоения дисциплины: углублённое изучение истории и логики развития изучаемого предмета как учебной модели соответствующей науки; методологических оснований и принципов его функционирования.

**2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы.**

Дисциплина включена в базовую часть блока Б1.

**3.Краткое содержание дисциплины (модуля) (основные разделы и темы)**

«История и методология физики» как область науки и как учебный предмет. История возникновения и развития физической науки. Основные этапы становления физической науки. Общие модели истории науки Общие закономерности развития физической науки. Эволюция физики, основные этапы становления физики. Методологические аспекты физической науки и ее приложений Возникновение новых научных направлений в физике Современные проблемы и перспективы развития физической науки Ученый и его деятельность. Ученый и научное сообщество. Использование физических методов исследования в других областях наук. Физика и научно технический прогресс.

**4. Требования к результатам освоения дисциплины.**

В результате освоения дисциплины студент должен:

*Знать:* историю и методологию физических наук, расширяющих общепрофессиональную, фундаментальную подготовку.

*Уметь:* понимать современные проблемы физики и использовать фундаментальные физические представления в сфере профессиональной деятельности.

*Владеть:* основами методологии научного познания при изучении различных уровней организации материи, пространства и времени; современными компьютерными технологиями для решения научно-исследовательских и производственно-технологических задач профессиональной деятельности.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

–готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3).

–способность демонстрировать знания в области философских вопросов естествознания, истории и методологии физики (ОПК-7).

#### **5. Общая трудоемкость дисциплины.**

7 зачетных единиц (252 академических часов).

#### **6. Формы контроля.**

Промежуточная аттестация – экзамен (1 сем.).

### **Иностранный язык для специальных целей**

#### **1. Цели освоения дисциплины (модуля).**

Основной целью курса является формирование у студентов уровня иноязычной коммуникативной компетенции, необходимого для качественного осуществления научно-исследовательской, научно-педагогической и профессиональной деятельности. Наряду с практической целью данный курс имеет образовательные и воспитательные цели: повышение уровня общей и информационной культуры и образования студентов, их культуры мышления, общения и речи, формирования уважительного отношения к духовным ценностям других стран и народов. Данная программа также нацелена на формирование и развитие автономности учебно-познавательной деятельности студента по овладению иностранным языком, что предполагает развитие когнитивных и исследовательских умений, учет индивидуально-психологических, личностных потребностей и интересов обучаемого.

#### **2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП магистратуры.**

Дисциплина входит в базовую часть блока Б1.

#### **3.Краткое содержание дисциплины (модуля) (основные разделы и темы)**

Совершенствование навыков монологической и диалогической речи до уровня подготовленного монологического и диалогического высказываний на основе речевых упражнений и опорных текстов по темам: The sphere of my scientific interests. The problem of my research.

Совершенствование навыков монологической и диалогической речи до уровня подготовленного высказываний на основе речевых упражнений и опорных текстов по темам: Scientific supervisor, planning of research. Theoretical and experimental part of research.

Грамматика: особенности стилистики научных текстов.

Совершенствование навыков монологической и диалогической речи до уровня подготовленного высказываний на основе речевых упражнений и опорных текстов по темам: My future profession. Writing the graduate paper. Employment: writing CV, passing Interview.

Грамматика: Неличные формы глагола. Инфинитив. Причастие. Герундий.

Чтение, перевод и реферирование общенаучных и специализированных текстов. Оформление резюме, деловых писем, анкет, форм, деклараций, заявок на грант.

#### **4. Требования к результатам освоения дисциплины.**

4. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

–готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3).

–готовность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-1);

В результате изучения дисциплины студент **должен:**

Знать: Основные особенности полного стиля произношения, характерные для сферы профессиональной коммуникации; чтение транскрипции лексических единиц научного характера. Лексический минимум в объеме 800 лексических единиц общенаучного и терминологического характера. Понятие об основных способах словообразования научной терминологии, основные грамматические явления, характерные для профессиональной и научной речи. Основные особенности научного стиля. Правила речевого этикета беседы по научной проблематике. Особенности публичной научной речи (устное сообщение, доклад). Формы письменной речевой деятельности в сфере профессиональной и научной

коммуникации: аннотация, реферат, тезисы, сообщения, заявка на участие в научной конференции, на получение исследовательского гранта, сообщение/письмо по электронной почте, CV (описание проблематики исследования, опыта участия в научных проектах, конференциях, симпозиумах, семинарах и т.п.).

Уметь:

- -использовать знание иностранного языка в профессиональной деятельности, профессиональной коммуникации и межличностном общении;
- - понимать устную (монологическую и диалогическую) речь на темы общенаучного и профессионального характера;
- -логично и последовательно выражать свою мысль/мнение в ситуациях профессионального и научного общения;
- - вести диалог в рамках изучаемой профессиональной и научной тематики: решать элементарные коммуникативные задачи – расспросить, сообщить, охарактеризовать, доказать, убедить;
- - запрашивать и сообщать информацию, включая интернет-ресурсы;
- - передавать информацию, аргументируя собственную точку зрения;
- - участвовать в дискуссии на профессиональные и научные темы;
- -читать и понимать со словарем с общим и полным охватом содержания профессионально-ориентированных и научных текстов и статей;
- - употреблять основные грамматические явления, характерные для общенаучной и профессиональной речи.

Владеть:

- - навыками устной коммуникации и применять их для общения на темы учебного, общенаучного и профессионального общения;
- - навыками аудирования иноязычной речи в области научной и профессиональной коммуникации;
- - основными навыками письменной коммуникации, необходимыми для ведения переписки в профессиональных и научных целях;
- - основными приемами аннотирования, реферирования, адекватного перевода литературы по специальности, составления заявок на участие в научных конференциях и получения исследовательских грантов;
- - основами публичной речи – делать подготовленные сообщения, доклады, выступать на научных конференциях;
- - лексическими навыками, базирующимися на лексике, представляющей разговорный и общенаучный стиль, а также на основной терминологии в области узкой специализации;
- -активно владеть грамматическими навыками, обеспечивающими коммуникацию общего характера без искажения смысла при письменном и устном общении;
- - навыками диалогической и монологической речи с использованием наиболее употребительных лексико-грамматических средств в основных коммуникативных ситуациях неофициального и официального общения.

#### **5. Общая трудоемкость дисциплины.**

4 зачетных единицы (144 академических часов).

#### **6. Формы контроля.**

Промежуточная аттестация – зачет (1 сем.), экзамен (2 сем.).

### **Вариативная часть**

#### **Современные методы поверхностной обработки и модификации материалов.**

##### **1. Цель изучения дисциплины.**

Целью учебного курса дисциплины «Современные методы поверхностной обработки и модификации материалов» является углубленное изучение новейших достижений и направлений развития в современных методов поверхностной обработки и модификации».

## **2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы.**

Дисциплина включена в вариативную часть блока Б1. Дисциплина «Современные методы поверхностной обработки и модификации материалов» является самостоятельной.

### **3. Краткое содержание дисциплины (модуля) (основные разделы и темы)**

Поверхностные несовершенства. Методы исследования структуры металлов и сплавов. Макроскопический анализ. Микроскопический анализ. Рентгеноструктурный анализ и рентгеновская дефектоскопия. Формирование структуры литых материалов. Основные свойства металлов и краткая их характеристика. Механические свойства и способы определения их количественных характеристик: твердость, вязкость, усталостная прочность. Твердость по Бринеллю. Метод Роквелла. Метод Виккерса. Метод царапания. Динамический метод (по Шору). Влияние температуры. Способы оценки вязкости. Оценка вязкости по виду излома. Технологические свойства. Эксплуатационные свойства. Примеры технологических проб и их назначение. Основные равновесные диаграммы состояния двойных сплавов. Связь между составом, строением и свойствами сплавов. Виды термической обработки металлов и сплавов. Технологические возможности и особенности отжига, нормализации, закалки и отпуска. Основное оборудование для термической обработки. Термическая обработка легированных сталей. Химико-термическая обработка стали: цементация, азотирование, нитроцементация и диффузионная металлизация. Термомеханическая обработка стали. Поверхностное упрочнение стальных деталей. Закалка токами высокой частоты. Газопламенная закалка. Старение. Обработка стали холодом. Упрочнение методом пластической деформации. Конструкционные материалы. Легированные стали. Композиционные материалы. Материалы порошковой металлургии: пористые, конструкционные, электротехнические. Электрофизические и электрохимические методы обработки (ЭФЭХ). Характеристика электрофизических и электрохимических методов обработки. Электроэрозионные методы обработки. Электроискровая обработка. Электроимпульсная обработка. Электрохимическая обработка. Электрохимическая размерная обработка. Комбинированные методы обработки. Анодно-механическая обработка. Лучевые методы обработки. Плазменная обработка. Плазменное напыление.

В учебном процессе используются следующие формы занятий: лекции, практические занятия, индивидуальные занятия, контрольные работы. Для достижения поставленной цели применяются объяснительно-иллюстративные, проблемные, поисковые, активные и интерактивные технологии.

### **4. Требования к результатам освоения дисциплины.**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: способность использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе (ОПК-6);

В результате изучения дисциплины студент **должен:**

- знать теоретические основы, основные понятия, законы и модели механики сплошных сред, методов теоретических исследований и математического моделирования в механике сплошных сред;

- уметь понимать, излагать и критически анализировать базовую общефизическую информацию; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями механики сплошных сред;

- владеть (быть в состоянии продемонстрировать) методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации.

### **5. Общая трудоемкость дисциплины.**

4 зачетных единиц (144 академических часа).

### **6. Формы контроля.**

Промежуточная аттестация – экзамен (2 сем.).

## **Численные эксперименты в конденсированных средах**

### **1. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы.**

Дисциплина включена в вариативную часть блока Б1.

К исходным требованиям, необходимым для изучения дисциплины «Численные эксперименты в конденсированных средах», относятся знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения модулей: «Математика», «Информатика», «Общая физика», а также навыки, приобретенные в процессе поиска, сбора и анализа учебной информации с использованием традиционных методов и современных информационных технологий.

### **2. Цель изучения дисциплины.**

Целью освоения учебной дисциплины «Численные эксперименты в конденсированных средах» является приобретение знаний, умений, навыков и формирование общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, необходимых для будущей успешной профессиональной деятельности выпускника.

### **3. Краткое содержание дисциплины (модуля) (основные разделы и темы)**

Введение в численное моделирование. Краткий вводный курс в систему программирования Visual Studio. Метод молекулярной динамики. Метод Монте-Карло. Расчет основных термодинамических свойств конденсированных сред. Фазовые равновесия.

### **4. Требования к результатам освоения дисциплины.**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (ПК-1);

В результате изучения дисциплины обучающийся **должен**:

- знать основные положения теории информации, принципы построения систем обработки и передачи информации, основы подхода к анализу информационных процессов, современные аппаратные и программные средства вычислительной техники, принципы организации информационных систем, современные информационные технологии;

- уметь использовать математический аппарат для освоения теоретических основ и практического использования физических методов; использовать информационные технологии для решения физических задач;

- владеть (быть в состоянии продемонстрировать) навыками использования математического аппарата для решения физических задач; навыками использования информационных технологий для решения физических задач.

### **5. Общая трудоемкость дисциплины.**

3 зачетных единицы (108 академических часов).

### **6. Формы контроля.**

Промежуточная аттестация – зачет (3 сем.).

## **Физика и химия наноматериалов**

### **1. Цели освоения дисциплины (модуля).**

Целью учебного курса дисциплины «Физика и химия наноматериалов» является углубленное изучение новейших достижений и направлений развития в современной области строения свойств и применения наноматериалов.

### **2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП магистратуры.**

Дисциплина входит в вариативную часть блока Б1.

### **3. Краткое содержание дисциплины (модуля) (основные разделы и темы)**

Наноматериалы и нанотехнологии: современность и перспективы. Понятие о наноматериалах. Основы классификации и типы структур наноматериалов. Свойства наноматериалов и основные направления их использования. Основные технологии получения наноматериалов. Фуллерены, фуллериты, нанотрубки. Квантовые точки,

нанопроволоки и нановолокна. Основные методы исследования наноматериалов. Физические свойства наносистем и наноматериалов. Наноэлектроника и вычислительная техника.

#### **4. Требования к результатам освоения дисциплины.**

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

– способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (ПК-1);

В результате изучения дисциплины студент **должен:**

##### **Знать:**

- возможности современных технологий создания новых наноматериалов;
- основные методы исследования наноматериалов;
- основные физические явления и основные законы физики наноматериалов.

##### **Уметь:**

- свободно ориентироваться в основных направлениях развития нанотехнологий;
- понимать суть эффектов, определяющих особые физико-химические свойства наноматериалов;
- объяснить основные наблюдаемые природные и техногенные явления и эффекты с позиций фундаментальных физических взаимодействий;
- указать, какие законы описывают данное явление или эффект;
- истолковывать смысл физических величин и понятий;
- использовать методы адекватного физического и математического моделирования, а также применять методы физико-математического анализа к решению конкретных естественнонаучных и технических проблем.

##### **Владеть:**

- использования основных общезначимых законов и принципов в важнейших практических приложениях;
- применения основных методов физико-математического анализа для решения естественнонаучных задач.

#### **5. Общая трудоемкость дисциплины.**

3 зачетных единиц (108 академических часов).

#### **6. Формы контроля.**

Промежуточная аттестация – зачет (2 сем.).

### **Эмиссионная, вакуумная электроника и электроника твердого тела**

#### **1. Цели освоения дисциплины (модуля).**

Осуществление преподавания естественнонаучной дисциплины в форме авторского курса. Углубленное изучение специальных вопросов физической электроники по программе, составленной на основе результатов исследований, применительно к тематике фундаментальных научных исследований, выполняемых в лаборатории электрофизики Отдела физических проблем Учреждения Российской академии наук Бурятского научного центра Сибирского отделения РАН в области физической и плазменной эмиссионной электроники и формирования технологических пучков электронов и ионов из плазмы газовых разрядов, физики выращивания тонких пленок и функциональных покрытий распылением пучками заряженных частиц. Подготовка магистров, предусматривающая обучение в аспирантуре Института физического материаловедения Учреждения Российской академии наук Бурятского научного центра Сибирского отделения РАН по специальности 01.04.04 «физическая электроника» и 01.04.07 «физика конденсированного состояния». Учитывающих взаимодействие и развитие фундаментальной науки и высшего образования и совместную деятельность Учреждения Российской академии наук Бурятского научного центра Сибирского отделения РАН и Государственного образовательного учреждения Высшего профессионального образования «Бурятский государственный университет» в

рамках Соглашения от 07 мая 2004 года «О сотрудничестве между Бурятским научным центром СО РАН и Бурятским государственным университетом».

### **1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП магистратуры.**

Дисциплина входит в вариативную часть блока Б1.

### **3. Краткое содержание дисциплины (модуля) (основные разделы и темы)**

Введение в курс «Эмиссионная, вакуумная электроника и электроника твердого тела»  
Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях. Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях. Катодная электроника. Катодная электроника. Газовый разряд. Газовый разряд. Газовый разряд. Газовый разряд. Газоразрядная плазма. Газоразрядная плазма. Газоразрядная плазма. Взаимодействие заряженных частиц с твердым телом. Взаимодействие заряженных частиц с твердым телом. Взаимодействие заряженных частиц с твердым телом. Плазменные источники заряженных частиц. Плазменные источники заряженных частиц. Плазменные источники заряженных частиц.

### **4. Требования к результатам освоения дисциплины.**

Выпускник должен обладать следующими компетенциями:

- способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (ПК-1);

Выпускник должен знать историю и методологию физических наук, расширяющих общепрофессиональную, фундаментальную подготовку:

- основные понятия, законы и модели молекулярной физики, электричества и магнетизма, оптики, атомной физики, физики атомного ядра и частиц, колебаний и волн, квантовой механики, термодинамики и статистической физики, методы теоретических и экспериментальных исследований в физике;

- современное состояние, теоретические работы и результаты экспериментов в избранной области исследований, явления и методы исследований в объеме дисциплин специализаций, основы вакуумной, газовой и твердотельной электроники, электронной микроскопии и спектроскопии, эмиссионной электроники, взаимодействие атомных частиц с твердыми телами, физику поверхности и тонких пленок;

- фундаментальные явления и эффекты в области физики, экспериментальные, теоретические и компьютерные методы исследований в этой области;

- математический анализ, теорию функций комплексной переменной, аналитическую геометрию, векторный и тензорный анализ, дифференциальные и интегральные уравнения, вариационное исчисление, теорию вероятностей и математическую статистику;

- основные положения теории информации, принципы построения систем обработки и передачи информации, основы подхода к анализу информационных процессов, современные аппаратные и программные средства вычислительной техники, принципы организации информационных систем, современные информационные технологии.

Выпускник должен уметь понимать современные проблемы физики и использовать фундаментальные физические представления в сфере профессиональной деятельности:

- решать задачи, соответствующие квалификации выпускника физика, направленных на исследование и изучение структуры и свойств природы на различных уровнях ее организации от элементарных частиц до Вселенной, полей и явлений, лежащих в основе физики, на освоение новых методов исследований основных закономерностей природы;

- выполнять научные исследования поставленных проблем;

- формулировка новых задач, возникающих в ходе научных исследований;

- разрабатывать, выбирать новые методы исследований, осваивать новые теории и модели, обрабатывать полученные результаты на современном уровне и их анализ;

- уметь работать с научной литературой с использованием новых информационных технологий, слежение за научной периодикой;

- писать и оформлять научные статьи, составлять отчеты и доклады о научно-исследовательской работе, участвовать в научных конференциях;

- подготавливать и читать курсы лекций, проводить семинарские занятия и занятия в учебных лабораториях, руководить дипломными работами и научной работой студентов.

**5. Общая трудоемкость дисциплины.**

4 зачетных единиц (144 академических часов).

**6. Формы контроля.**

Промежуточная аттестация – экзамен (3 сем.).

### **Физическая химия**

**1. Цель изучения дисциплины.**

Целью освоения учебной дисциплины «Физическая химия» является приобретение знаний, умений, навыков и формирование общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, необходимых для будущей успешной профессиональной деятельности выпускник; изучение закономерностей протекания химических, физико-химических процессов, используя при этом теоретические и экспериментальные методы химии и физики. Научиться применять изученные закономерности для предсказания хода процессов во времени.

**2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы.**

Дисциплина включена в вариативную часть блока Б1. Дисциплина «Физическая химия» является самостоятельной.

**3. Краткое содержание дисциплины (модуля) (основные разделы и темы)**

Введение. Первый закон термодинамики. Термохимия. Теплоемкость, зависимость теплоемкости от температуры. Второе начало термодинамики. Энтропия. Термодинамические потенциалы. Химическое равновесие. Фазовое равновесие. Растворы. Термодинамика растворов электролитов. Электродвижущие силы. Химическая кинетика. Катализ.

В процессе изучения дисциплины используются как традиционные, так и инновационные технологии, активные и интерактивные методы и формы обучения: лекции, практические занятия, семинары, деловые игры, элементы научного исследования и др.

**4. Требования к результатам освоения дисциплины.**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (ПК-1);

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- знать теоретические основы аналитической химии и, в частности, химических и физических методов анализа, общие закономерности протекания химических реакций, используемых в аналитической химии; основы методов обнаружения и количественного определения веществ.

- уметь применять на практике теоретические знания, связанные с применением методов анализа; ориентироваться в аналитических возможностях основных аналитических методов количественного анализа и идентификации веществ;

- владеть (быть в состоянии продемонстрировать) основными расчетами по количественному определению компонентов, входящих в анализируемый объект, практическими навыками работы с аналитической посудой.

**5. Общая трудоемкость дисциплины.**

5 зачетных единиц (180 академических часов).

**6. Формы контроля.**

Промежуточная аттестация – зачет (1 сем.).

### **Физика сплошных сред**

**1. Цели освоения дисциплины (модуля).**

Целью освоения учебной дисциплины «Физика сплошных сред» является приобретение знаний и умений по теоретическим основам физики сплошных сред, методам теоретических исследований и математического моделирования, понимание и умение критически анализировать общефизическую информацию, пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики сплошных сред, владеть методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации, формирование общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, необходимых для осуществления научно-исследовательской, научно-инновационной, организационно-управленческой, педагогической и просветительской деятельности.

## **2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы.**

Дисциплина включена в вариативную часть блока Б1. Дисциплина «Физика сплошных сред» является самостоятельной.

### **3. Краткое содержание дисциплины (модуля) (основные разделы и темы)**

Основные уравнения электродинамики сплошных сред. Общая линейная форма материального уравнения для Фурье - представления поля. Диссипация энергии электромагнитного поля в среде со слабой частотной дисперсией. Энергия и импульс электромагнитного поля в среде. Распространение волн в среде с пространственной дисперсией. Гиротропные и негиротропные среды. Электромагнитное поле в гиротропной среде. Эффект Фарадея. Распространение электромагнитных волн в анизотропных средах. Распространение волн в кристаллических средах, Уравнение Френеля. Эллипсоид волновых нормалей. Оптические свойства кристаллов. Одноосные и двуосные кристаллы. Обыкновенные и необыкновенные волны. Падение волн на границу «вакуум-одноосный кристалл». Распространение волн в магнитоактивной среде. Эффект Фарадея в замагниченной плазме. Эффект Черенкова-Вавилова. Уравнение для нелинейных полей и методы их решения.

В учебном процессе используются следующие формы занятий: лекции, практические занятия, индивидуальные занятия, контрольные работы. Для достижения поставленной цели применяются объяснительно-иллюстративные, проблемные, поисковые, активные и интерактивные технологии.

### **4. Требования к результатам освоения дисциплины.**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– способность к активной социальной мобильности, организации научно-исследовательских и инновационных работ (ОПК-3);

В результате изучения дисциплины студент **должен:**

- **знать** теоретические основы, основные понятия, законы и модели механики сплошных сред, методов теоретических исследований и математического моделирования в механике сплошных сред;

- **уметь** понимать, излагать и критически анализировать базовую общефизическую информацию; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями механики сплошных сред;

- **владеть (быть в состоянии продемонстрировать)** методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации.

### **5. Общая трудоемкость дисциплины.**

4 зачетные единицы (144 академических часа).

### **6. Формы контроля.**

Промежуточная аттестация – зачет (2 сем.).

## **Дисциплины по выбору**

### **Физика неупорядоченного состояния вещества**

#### **1. Цель изучения дисциплины.**

Современная статистическая теория конденсированного состояния развивается по трем направлениям. Первое направление, связанное с вопросами обоснования классической статистической физики, восходит к Больцману и Гиббсу. За последние 20 лет в этой области получены принципиальные результаты, изменившие наши представления о связи классической механики и классической статистической физики. Часть этих результатов включена в данную программу.

Второе направление связано с применением методов квантовой статистической физики к системам многих тел. Собственно, традиционно под названием "статистическая физика конденсированного состояния" подразумевается именно это направление. В настоящее время это направление, начинавшееся с первых работ Л. Д. Ландау по квантовым жидкостям, является самостоятельным разделом теоретической физики.

Третье направление связано с разработкой методов классической статистической физики к описанию плотных газов, жидкостей и кристаллов. Для таких систем применение традиционных методов, основанных на вычислении статистической суммы, вызывает затруднения. Более эффективным оказывается метод функций распределения, основы которого заложены в трудах Боголюбова, Борна, Грина, Кирквуда, Ивона. За последние 15 лет в этой области получены важные результаты. Из них следует отметить работы школы Г. А. Мартынова, к которой принадлежит и автор. В тоже время эти работы разбросаны по публикациям в периодической печати. Опубликована только одна монография г. А. Мартынова, вышедшая в Нью-Йорке в 1992 году. Таким образом, доступной литературы почти нет.

## **2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы.**

Дисциплина «Физика неупорядоченного состояния вещества» включена в блок Б1 как дисциплина по выбору.

### **3. Краткое содержание дисциплины (модуля) (основные разделы и темы)**

Физические основы теории. Математические основы теории. Термодинамические равновесные системы. Численный эксперимент в физике жидкостей. Приближённые уравнения теории жидкостей. Фазовые переходы первого рода. Кристаллы.

Спецкурс посвящен проблемам обоснования и формулировки статистической физики, основанной на системе уравнений для одно- и двухчастичной функций распределения. Предусмотрено изложение конкретных результатов, полученных на основе данной системы уравнений. Следуя за Кирквудом, Боголюбовым, Морита и Хироике, и многими другими прослеживается путь от  $10^{23}$  уравнений Гамильтона описывающих движение каждой частицы данного тела до всего двух интегральных уравнений для двух функций распределения, полностью эквивалентных исходной системе уравнений Гамильтона в случае термодинамического равновесия. Показывается как эти уравнения можно применить для описания конденсированного состояния вещества.

При изучении дисциплины применяются следующие формы занятий: лекции, практические занятия, контрольные работы, самостоятельная работа, консультации; и образовательные технологии: объяснительно-иллюстративные, проблемно-поисковые, активные и интерактивные, информационные, компьютерные, мультимедийные и другие.

### **4. Требования к результатам освоения дисциплины.**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (ПК-1);

Студент должен иметь представления: о физике неупорядоченного состояния вещества.

Студент должен знать: основы теории конденсированного состояния вещества, методы описания твердых тел, жидкостей и газов.

Студент должен уметь: применять методы статистической физики к описанию неупорядоченного состояния вещества.

### **5. Общая трудоемкость дисциплины.**

4 зачетных единицы (144 академических часов).

### **6. Формы контроля.**

Промежуточная аттестация – экзамен (1 сем.).

## **Физическая картина мира**

### **1. Цели освоения дисциплины (модуля).**

Сформировать у студентов представления о физической картине мира, важнейшей составляющей научного мировоззрения современного образованного человека

### **2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП магистратуры.**

Дисциплина входит в состав блока Б1 как дисциплина по выбору.

### **3. Краткое содержание дисциплины (модуля) (основные разделы и темы)**

Человек и окружающий мир. Научный метод. Роль научного метода в познании окружающего мира. Научная информация и естественно - научная картина мира. Проблема двух культур. Наука и религия.

Движение система отсчета. Относительность движения. Пространство и время. Основные понятия и модели механики. Законы движения. Методы описания движения. Принцип суперпозиции. Принцип дальнего действия. Механический детерминизм. Принцип относительности Галилея. Идеи атомизма в механике. Законы сохранения, их связь с симметрией пространства и времени. Макросистемы в физике. Основные понятия термодинамики. Законы статистической термодинамики. Порядок и хаос. Упорядоченные структуры в неравновесных системах.

Электрический заряд. Взаимодействие зарядов. закон сохранения заряда. Электрическое поле. Принцип близкодействия. Суперпозиция полей. Электрический ток. Магнитное поле. Электромагнитная индукция. Магнитоэлектрическая индукция. Уравнения Максвелла. Причинность в электродинамике. Электромагнитное поле. Электромагнитные волны. Электромагнитная природа света. Интерференция и дифракция. Поляризация света. Дисперсия и рассеяние света. Приближения Френеля, Фраунгофера, геометрической оптики. Электромагнетизм и новые технологии. Оптические приборы и технологии.

Постулаты СТО. Пространство и время в теории относительности. Описание состояния вещества и поля, их взаимодействия в теории относительности. Законы механики и электродинамики в релятивистской форме.

Основные явления квантовой физики. Двойственная природа света. Волновые свойства микрочастиц. Кризис классической физики. Основные понятия квантовой механики. Принцип суперпозиции в квантовой механике. Динамические уравнения квантовой механики. Корпускулярно-волновой дуализм. Основные представления о микромире. Стандартная модель. Структурные уровни микромира. Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева. Химическая связь и валентность. Агрегатные состояния вещества. Квантовые статистики. Мезоскопические объекты. Успехи квантовой физики и физики твердого тела в создании новых приборов технологий. Атомная и ядерная энергетика.

### **4. Требования к результатам освоения дисциплины.**

В результате освоения дисциплины студент должен:

*Знать:* составляющие физической картины мира, основные этапы развития физической картины мира, содержание физической картины мира на различных этапах ее развития, российских и зарубежных ученых, внесших существенный вклад в развитие физической картины мира.

*Уметь:* использовать физическую информацию и научный метод для описания фрагментов физической картины мира, применять знания общей и экспериментальной физики для изложения содержания физической картины мира, использовать знания для анализа научно-популярных публикаций и сообщений в средствах массовой информации.

*Владеть:* навыками структурирования физической информации, используя представления о современной физической картине мира, навыками анализа природных явлений и процессов с помощью представлений о физической картине мира.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:  
– способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (ПК-1);  
4 зачетных единицы (144 академических часов).

#### **6. Формы контроля.**

Промежуточная аттестация – экзамен (1 сем.).

### **Компьютерные технологии в науке и образовании**

#### **1. Цели освоения дисциплины (модуля).**

Основная цель учебного модуля: сформировать у студентов компетенции, связанные с применением методики описания предметной области и процесса проектирования и разработки программных систем в будущей профессиональной деятельности с учетом специфики их использования.

Задачи учебного модуля:

- формирование знаний по технологиям моделирования;
- формирование умений анализа предметной области;
- формирование навыков деятельности по построению информационных моделей.

#### **2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП магистратуры.**

Дисциплина входит в состав блока Б1 как дисциплина по выбору.

#### **3. Краткое содержание дисциплины (модуля) (основные разделы и темы)**

Объектно-ориентированный подход. Объектно-ориентированное мышление. Сложность программного обеспечения. Борьба со сложностью, декомпозиция. Объектно-ориентированный подход. История. Сравнение структурного и объектно-ориентированного подхода. Классы и методы. Классы и методы в языках программирования. Статические члены и статические функции класса. Константные члены. Ключевое слово `this`. Управление доступом к элементам класса. Конструкторы, деструкторы. Массивы объектов. Конструктор копирования. Перегрузка операторов. Дружественные функции. Правила перегрузки операторов. Перегрузка унарных операторов. Перегрузка бинарных операторов. Оператор преобразования типа. Операция вызова функции. Операция присваивания и индексирования. Операции `new` и `delete`. Операция `->`. Перегрузка операторов. Поместить в поток и взять из потока. Наследование. Производные классы: одиночное наследование. Подкласс, подтип и принцип подстановки. Формы наследования. Наследование в языках программирования. Права доступа. Полиморфизм. Повторное использование кода. Наследование и композиция, сильные и слабые стороны. Раннее и позднее связывание. Полиморфизм и виртуальные функции. Следствия наследования. Таблица виртуальных функций. Проблемы преобразования типов из одной иерархии. Множественное наследование. Производные классы: множественное наследование. Множественное наследование в языках программирования. Виртуальные базовые классы. Инициализация базовых классов. Шаблоны. Шаблоны функций, специализация функций. Шаблоны классов, специализированные классы. Параметры шаблонов по умолчанию. Дружественность и шаблоны. Наследование и шаблоны. Обработка исключительных ситуаций. Стратегия обработки ошибок. Исключительные ситуации в языках программирования. Генерация исключения. Обработка некоторой группы исключений, обработка всех исключений. Дополнительные главы. Шаблоны преобразования типов. Пространство имен, стандартная библиотека шаблонов.

#### **4. Требования к результатам освоения дисциплины.**

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

– способностью использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области компьютерных технологий для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами направленности (профиля) подготовки (ОПК-5);

–способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (ПК-1)

В результате изучения дисциплины студент **должен:**

**знать:**

- ключевые концепции современных информационных технологий, как общих, так и специфических для области научных исследований;

- принципы работы в прикладных пакетах и специализированных программах;

**уметь:**

- применять программные продукты для обработки данных и информации;

- применять прикладные пакеты для аналитических и численных расчетов;

**иметь навыки:**

- использования компьютерных и информационных технологий для получения, обработки и распространения информации и данных;

- применения Интернет для получения и публикации информации по исследовательской тематике.

**5. Общая трудоемкость дисциплины.**

5 зачетных единицы (180 академических часов).

**6. Формы контроля.**

Промежуточная аттестация – зачет (1 сем.) и экзамен (2 сем.).

## Методология физических исследований

**1. Цели и задачи дисциплины**

**2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП магистратуры.**

Дисциплина входит в состав блока Б1 как дисциплина по выбору.

**3. Краткое содержание дисциплины (модуля) (основные разделы и темы)**

**4. Требования к результатам освоения дисциплины.**

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

–способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (ПК-1);

В результате изучения дисциплины студент **должен:**

**Знать:**

-

**Уметь:**

-

**Владеть:**

-

**5. Общая трудоемкость дисциплины.**

5 зачетных единицы (180 академических часов).

**6. Формы контроля.**

Промежуточная аттестация – зачет (1 сем.) и экзамен (2 сем.).

## Моделирование физико-химических процессов

**1. Цели освоения дисциплины (модуля).**

Формирование у студентов умения обучать компьютер моделированию различных физических систем. При этом основное внимание уделяется выработыванию более глубокого интуитивного понимания физических концепций через активное участие в численном моделировании.

Задачи учебного модуля:

– формирование у студентов навыков построения компьютерных моделей физических явлений;

– освоение правил проведения численного эксперимента;

- формирование умения наглядного представления результатов численного эксперимента;
- формирование готовности к самостоятельной профессиональной деятельности по разработке простейших компьютерных моделей физических явлений и их исследованию на этих моделях.

## **2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП магистратуры.**

Дисциплина входит в состав блока Б1 как дисциплина по выбору.

## **3. Краткое содержание дисциплины (модуля) (основные разделы и темы)**

Введение в моделирование

Общие понятия, принципы и этапы моделирования. Обратные задачи физики. Устойчивость и точность алгоритмов. Модели механики и механики сплошных сред. Модели материальных тел. Задача Кеплера. Основные процессы и задачи в механике жидкости и газа. Алгоритм Эйлера. Динамика систем многих частиц.

Исследование различных физических моделей

Численное моделирование гармонического осциллятора. Колебания в электрических цепях. Волновые явления. Поляризация волн. Геометрическая оптика. Электрические и магнитные поля. Численное решение уравнений Лапласа. Универсальные свойства нелинейных отображений. Хаотическое поведение в классической механике. Энтропия и хаос. Микроканонический ансамбль. Моделирование методом Монте-Карло.

Одномерный классический идеальный газ.

Температура и канонический ансамбль. Модель Изинга. Поток тепла. Алгоритм Метрополиса. Моделирование классических жидкостей. Анализ квантовых систем с помощью метода случайных блужданий. Вариационные методы Монте-Карло для квантово-механических систем. Численное интегрирование. Расчет многомерных интегралов методом Монте-Карло. Методы случайных блужданий.

## **4. Требования к результатам освоения дисциплины.**

Выпускник должен обладать следующими компетенциями:

– способностью использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области компьютерных технологий для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами направленности (профиля) подготовки (ОПК-5);

– способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (ПК-1)

В результате изучения дисциплины студент **должен:**

### **Знать:**

Состав и содержание физических законов (в пределах классической механики), которые могут быть использованы на занятиях по компьютерному моделированию физических процессов

Этапы построения компьютерных моделей физических процессов

Особенности построения имитационных моделей и моделей систем с периодическим поведением

Особенности построения моделей со случайным поведением.

### **Уметь:**

Описывать на математическом языке физические процессы и явления

Строить математические модели изучаемых систем

Выбирать метод поиска решения систем уравнения, составляющих математическую модель изучаемого явления

Разрабатывать численные алгоритмы, реализующие методы решения

Проводить численные эксперименты или численное разрешение модели

Проводить анализ полученных результатов и оценку модели, методов и алгоритма решения.

### **Владеть:**

Методами построения моделей физических систем.

**5. Общая трудоемкость дисциплины.**

5 зачетных единиц (180 академических часов).

**6. Формы контроля.**

Промежуточная аттестация – экзамен (1 сем.).

**Физика тонких пленок**

**1. Цели освоения дисциплины (модуля).**

Целью изучения дисциплины является формирование у магистрантов комплекса теоретических знаний и практических навыков по физике тонких пленок твердых веществ, которые находят широкое практическое применение, в частности, в микроэлектронике, а также является базой при решении задач, возникающих в последующей профессиональной деятельности физика.

**2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП магистратуры.**

Дисциплина входит в состав блока Б1 как дисциплина по выбору.

**3. Краткое содержание дисциплины (модуля) (основные разделы и темы)**

Тонкие пленки и методы их получения. Виды разрядов. Распыление. Теория Зигмунда. Техника высокого вакуума. Свойства подложки. Особенности тонких пленок и их рост. Применение тонких пленок.

**4. Требования к результатам освоения дисциплины.**

Выпускник должен обладать следующими компетенциями:

– способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (ПК-1);

В результате изучения дисциплины студент **должен:**

**Знать:**

основные физические явления и основные законы физики тонких пленок; границы их применимости, применение законов в важнейших практических приложениях;

основные физические величины и физические константы физики тонких пленок, их определение, смысл, способы и единицы их измерения;

фундаментальные физические опыты в физике тонких пленок и их роль в развитии науки;

назначение и принципы действия важнейших физических приборов, используемых в физике тонких пленок;

**Уметь:**

объяснить основные наблюдаемые природные и техногенные явления и эффекты с позиций фундаментальных физических взаимодействий;

указать, какие законы описывают данное явление или эффект;

истолковывать смысл физических величин и понятий;

записывать уравнения для физических величин в системе СИ;

работать с приборами и оборудованием современной физической лаборатории;

использовать различные методики физических измерений и обработки экспериментальных данных;

использовать методы адекватного физического и математического моделирования, а также применять методы физико-математического анализа к решению конкретных естественнонаучных и технических проблем;

**Владеть:**

• использования основных общезначимых законов и принципов в важнейших практических приложениях;

применения основных методов физико-математического анализа для решения естественнонаучных задач;

правильной эксплуатации основных приборов и оборудования современной физической лаборатории;

обработки и интерпретирования результатов эксперимента;  
использования методов физического моделирования в инженерной практике.

### **5. Общая трудоемкость дисциплины.**

5 зачетных единиц (180 академических часов).

### **6. Формы контроля.**

Промежуточная аттестация – экзамен (1 сем.).

## **Физика некристаллических твердых тел**

### **1. Цели освоения дисциплины (модуля).**

Целью обучения магистрантов по курсу является знание ими основных свойств некристаллических твердых тел, их структуры и строения, особенностей свойств и строения высокомолекулярных соединений, научных основ технологии получения чистых полупроводниковых материалов, стекол, полимеров.

### **2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП магистратуры.**

Дисциплина входит в состав блока Б1 как дисциплина по выбору.

### **3. Краткое содержание дисциплины (модуля) (основные разделы и темы)**

Кристаллические твердые тела. Жидкости. Жидкие кристаллы. Методы исследования свойств твердых тел. Макроскопические и микроскопические подходы. Уравнение Шредингера. Волновая функция, ее физический смысл. Операторы, собственные функции и собственные значения. Одномерная прямоугольная потенциальная яма. Модель Кронига-Пенни. Пространственная кристаллическая решетка. Вектор трансляции, период трансляции. Классы симметрии. Системы симметрии (сингонии). Точечные и пространственные группы. Решетка Бравэ. Элементарная ячейка. Ячейка Вигнера-Зейтца. Решетка с базисом. Типы решеток Бравэ. Координационное число. Плотнупакованная структура. Кристаллографические системы координат. Обозначения точечных групп. Обратная решетка как решетка Бравэ. Решетка обратная к обратной. Объем элементарной ячейки обратной решетки. Первая зона Бриллюэна. Атомные плоскости и направления. Индексы Миллера. Условия Лауэ и построение Эвальда. Экспериментальные методы: метод Лауэ, метод вращающегося кристалла, порошковый метод. Геометрический структурный фактор. Атомный форм-фактор. Атом водорода. Квантовые числа. Схема квантовых ячеек атома. Дискретный энергетический спектр атома водорода. Потенциал ионизации. Многоэлектронный атом, его электронные оболочки. Симметрия волновых функций. Волновые функции электрона с учетом спина. Принцип Паули. Электронное строение атомов первого, второго и третьего периодов периодической системы элементов. Принцип Паули и правило Хунда. Валентность атома. Особенности заполнения валентной оболочки атомов IV, V и VI периодов системы элементов. Система несжимаемых шаров. Газ и конденсированная система. Структура конденсированной системы. Ближний порядок, радиус корреляции. Функция радиального распределения. Дальний порядок. Пространственная когерентность периодической структуры. Электронный газ в основном состоянии. Импульс, энергия и температура Ферми. Распределение Ферми-Дирака. Химпотенциал. Термодинамические свойства свободного электронного газа. Распределение по скоростям для электронов в металле. Периодический потенциал. Уравнение Шредингера с периодическим потенциалом. Граничное условие Борна-Кармана. Теорема Блоха. Доказательство теоремы Блоха. Квазиимпульс. Блоховские функции. Поверхность Ферми. Плотность уравнений. Приближение сильной связи. Зоны Бриллюэна. Эффективная масса. Заполнение зон. Запрещенная зона. Плотность состояний в зонной модели. Пространственное распределение валентных электронов. Силы Ван-дер-Ваальса. Потенциал Ленарда-Джонса. Энергия связи. Ионная связь. Постоянная Маделунга. Ковалентный тип связи. Метод молекулярных орбит.  $\sigma$ - и  $\pi$ -связи. Энергетическая структура двухатомной молекулы. Гибридные волновые функции. Металлическая связь. Элементарные возбуждения в твердых телах. Фононы. Квазиимпульс. Распределение Бозе-Эйнштейна. Первая зона Бриллюэна. Групповая скорость. Акустическая и оптическая ветви колебательного спектра. Теплоемкость при высоких и низких температурах. Модель Эйнштейна. Характеристическая

температура Эйнштейна. Теория Дебая. Спектральная плотность. Температура Дебая. Сравнение решеточной и электронной удельных теплоемкостей. Эффект Мейснера. Сверхпроводники I и II рода. Плотность равновесной энергии сверхпроводящего состояния. Энергетическая щель. Уравнение Лондонов. Лондоновская глубина проникновения. Длина когерентности. Средняя длина свободного пробега электронов в нормальном состоянии. Куперовские пары. Перемещение атомов в твердых телах. n-мерные нарушения в кристаллах. Точечные дефекты в структуре кристаллов: вакансии, междуузельные атомы, примеси. Линейные дефекты: краевые и винтовые дислокации. Плотность дислокации в кристаллах

#### **4. Требования к результатам освоения дисциплины.**

Выпускник должен обладать следующими компетенциями:

– способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (ПК-1);

В результате изучения дисциплины студент **должен:**

##### **Знать:**

основные физические явления и основные законы физики некристаллических твердых тел; границы их применимости, применение законов в важнейших практических приложениях;

основные физические величины и физические константы физики некристаллических твердых тел, их определение, смысл, способы и единицы их измерения;

фундаментальные физические опыты в физике некристаллических твердых тел и их роль в развитии науки;

назначение и принципы действия важнейших физических приборов;

##### **Уметь:**

объяснить основные наблюдаемые природные и техногенные явления и эффекты с позиций фундаментальных физических взаимодействий;

указать, какие законы описывают данное явление или эффект;

истолковывать смысл физических величин и понятий;

работать с приборами и оборудованием современной физической лаборатории;

использовать различные методики физических измерений и обработки экспериментальных данных;

использовать методы адекватного физического и математического моделирования, а также применять методы физико-математического анализа к решению конкретных естественнонаучных и технических проблем;

##### **Владеть:**

использования основных общезначимых законов и принципов в важнейших практических приложениях;

применения основных методов физико-математического анализа для решения естественнонаучных задач;

правильной эксплуатации основных приборов и оборудования современной физической лаборатории;

обработки и интерпретирования результатов эксперимента;

использования методов физического моделирования в инженерной практике.

#### **5. Общая трудоемкость дисциплины.**

4 зачетных единиц (144 академических часов).

#### **6. Формы контроля.**

Промежуточная аттестация – экзамен (3 сем.).

### **Физика конденсированного состояния вещества**

#### **1. Цели освоения дисциплины (модуля).**

создать научно – обоснованное общее представление о строении курса «Физика конденсированного состояния вещества»;

сформировать у магистрантов представление о физике как науке, имеющей экспериментальную основу.

## **2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП магистратуры.**

Дисциплина входит в состав блока Б1 как дисциплина по выбору.

## **3. Краткое содержание дисциплины (модуля) (основные разделы и темы)**

Кристаллические и аморфные твердые тела, ближний порядок, дальний порядок. Операции симметрии: трансляционная симметрия, базис, элементарная ячейка, симметрия решетки, точечные группы, пространственные группы. Обратная решетка, векторы обратной решетки, зоны Бриллюэна. Вандерваальсовское взаимодействие. Ионная связь, постоянная Маделунга. Ковалентная связь, электронный обмен. Водородная связь. Металлическая связь. Коллективизация электронов. Индексы Миллера, кристаллографические направления. Структурные фазовые переходы типа смещения и упорядочения. Параметр порядка. Фазовые переходы I и II рода. Условие дифракции Брэгга. Атомный фактор рассеяния. Структурный фактор. Метод Лауэ. Метод вращения кристалла. Метод порошка (метод Дебая – Шеррера). Точечные дефекты, вакансии, межузельные атомы. Дефекты Френкеля и Шоттки. Плотность дефектов. Стехиометрия. Дислокация. Плотность дислокаций. Механическое напряжение. Деформация. Закон Гука для изотропных тел. Закон Гука для анизотропных твердых тел. Тензор деформации. Хрупкое разрушение. Упругие волны, фононы. Колебательные моды. Линейная одноатомная цепочка. Число мод, плотность состояний. Колебательный спектр решетки с базисом. Оптическая ветвь. Ионная поляризуемость. Локальные фононные моды. Рассеяние фотонов фононами. Модель Эйнштейна. Модель Дебая. Температура Дебая. Решеточная теплопроводность, длина свободного пробега фононов. Ангармонические эффекты. Нормальные процессы, процессы переброса. Свободные электроны, положительные атомные остатки (ионы). Распределение Максвелла – Больцмана. Упругое рассеяние. Модель Друдэ. Модель Лоренца. Теплоемкость металлов. Функция Ферми. Электропроводность металлов. Время релаксации. Правило Маттисена. Эффект Холла. Удельная теплоемкость вырожденного электронного газа. Парамагнетизм Паули. Модель металлической проводимости Зоммерфельда. Функции Блоха. Разрешенные и запрещенные энергетические зоны. Поверхность Ферми. Открытые орбиты. Эффективная масса электронов. Плотность состояний. Сверхпроводящее состояние. Возникновение сверхпроводимости. Теория Бардина – Купера - Шриффера. Проводимость на постоянном и переменном токе. Сверхпроводимость. Эффект Мейснера. Диамагнетизм сверхпроводников I и II рода. Куперовские пары. Высокотемпературная сверхпроводимость. Детальное равновесие. Собственные и примесные полупроводники. Концентрация электронов и уровень Ферми. Статистика свободных дырок. Собственная концентрация электронно-дырочных пар. Отклонение от модели собственного полупроводника. Влияние света на проводимость полупроводников. Люминесценция. Эффект Холла. Работа выхода. Контактная разность потенциалов. Запорный слой. Процессы переноса: диффузия, вязкость, теплопередача. Радиус молекулярного действия, сфера молекулярного действия. Поверхностная энергия, поверхностное натяжение. Смачивание. Капиллярные явления, мениск.

## **4. Требования к результатам освоения дисциплины.**

Выпускник должен обладать следующими компетенциями:

–способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (ПК-1);

Магистрант должен **знать**:

- методы физических исследований и измерений;
- международную систему единиц(СИ);
- основные физические модели;
- физические явления, законы и теории;
- применение физики конденсированного состояния вещества в технике;
- связь физики конденсированного состояния вещества с другими науками.

Магистрант должен **уметь**:

- давать определения основных понятий и величин физики конденсированного состояния вещества;
- формулировать основные законы конденсированного состояния вещества;
- описывать физические явления и процессы в конденсированных средах, используя физическую научную терминологию;
- опознавать в природных явлениях известные физические модели;
- применять для описания физических явлений известные физические модели;
- представлять различными способами физическую информацию.

Магистрант должен **владеть**:

- грамотным физическим научным языком;
- международной системой единиц измерений физических величин (СИ) при физических расчетах и формулировке физических закономерностей;
- методами измерения основных физических величин.

**5. Общая трудоемкость дисциплины.**

4 зачетных единиц (144 академических часов).

**6. Формы контроля.**

Промежуточная аттестация – экзамен (3 сем.).

## Аннотации программ учебной и производственной практик

В соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.02 Физика раздел основной образовательной программы бакалавриата «Учебная и производственная практики» является обязательным и представляет собой вид учебных занятий, непосредственно ориентированных на профессионально-практическую подготовку обучающихся. Практики закрепляют знания и умения, приобретаемые обучающимися в результате освоения теоретических курсов, вырабатывают практические навыки и способствуют комплексному формированию общекультурных и профессиональных компетенций обучающихся.

### Педагогическая практика

#### 1. Цели освоения дисциплины (модуля).

Целью практики является закрепление способности использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе и в педагогической деятельности. В процессе прохождения практики студенты также получают профессиональные умения и навыки работы в научно-педагогических группах.

#### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП магистратуры.

Дисциплина входит в состав блока Б2.

#### 3. Краткое содержание дисциплины (модуля) (основные разделы и темы)

Подготовительный этап. Экспериментальный этап. Заключительный этап.

#### 4. Требования к результатам освоения дисциплины.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Выпускник должен обладать следующими компетенциями:

– способность использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе (ОПК-6)

#### 5. Общая трудоемкость дисциплины.

6 зачетных единиц (216 академических часов).

#### 6. Формы контроля.

Промежуточная аттестация – диф. зачет (2 сем.).

### Научно-исследовательская работа

#### 1. Цели освоения дисциплины (модуля).

Целью практики является закрепление профессиональных практических умений магистрантов в своей научной области, а также получение навыков организации научно-исследовательских и инновационных работ. Обучающиеся получают навыки использования знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе.

#### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП магистратуры.

Дисциплина входит в состав блока Б2.

#### 3. Краткое содержание дисциплины (модуля) (основные разделы и темы)

Подготовительный этап. Экспериментальный этап. Заключительный этап.

#### 4. Требования к результатам освоения дисциплины.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Выпускник должен обладать следующими компетенциями:

– способность использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе (ОПК-6)

#### 5. Общая трудоемкость дисциплины.

36 зачетных единиц (1296 академических часов).

#### 6. Формы контроля.

Промежуточная аттестация – диф. зачет (1-4 сем.).

### Преддипломная практика

### **1. Цели освоения дисциплины (модуля).**

Целью практики является получение опыта самостоятельной постановки конкретных задач научных исследований в области физики и решения их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий, а также подготовка выпускной квалификационной работы.

### **2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП магистратуры.**

Дисциплина входит в состав блока Б2.

### **3. Краткое содержание дисциплины (модуля) (основные разделы и темы)**

Подготовительный этап. Экспериментальный этап. Заключительный этап.

### **4. Требования к результатам освоения дисциплины.**

В результате изучения дисциплины студент **должен:**

Выпускник должен обладать следующими компетенциями:

– способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (ПК-1);

### **5. Общая трудоемкость дисциплины.**

12 зачетных единиц (432 академических часа).

### **6. Формы контроля.**

Промежуточная аттестация – диф. зачет (4 сем.).

**Требования к отчёту о практике** Итоговым этапом практик является составление отчета о практике. Отчет о практике должен быть оформлен на рабочем месте и полностью завершен к моменту окончания практики. В установленный деканатом день каждый студент должен защитить свой отчет о практике у руководителя практики и получить оценку по пройденной практике, которая проставляется в ведомость и в зачетную книжку магистранта. Магистранты, получившие неудовлетворительную оценку по практике, считаются имеющими академическую задолженность. В отчете о практике должны быть освещены следующие основные вопросы программы Научно-исследовательской и научно-педагогической практик.