

### **1.3.8. Физика конденсированного состояния**

**Очная форма обучения, 2022 год набора**

**Аннотации рабочих программ дисциплин**

#### **1. История и философия науки**

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

Дисциплина «История и философия науки» входит в базовую часть блока обязательных дисциплин как дисциплина ОД.А.01.

К исходным требованиям, необходимым для изучения дисциплины «История и философия науки», относятся знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин: «Философия», «Философия и методология науки».

##### **2. Цель освоения дисциплины.**

Рассмотреть науку в широком социокультурном контексте и в ее историческом развитии, а также сформировать представление о методологии как отрасли научной деятельности.

##### **3. Краткое содержание дисциплины**

Предполагается, что освоение дисциплины позволит выявить основные тенденции развития науки, типы научной рациональности, системы ценностей, на которые ориентируются ученые. Знание основ методологии позволит специалистам осмысливать ход исследовательских процессов, а также непосредственно включаться в организацию и выполнение конкретных научно-практических работ, проектов. В дисциплину закладывается такой подход к методологии, при котором фиксируется ценность любых конструктивных наработок в данной области вне зависимости от их давности, идеологических и прочих соображений.

##### **4. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины аспирант **должен:**

**Знать:**

-происхождение науки, ее отличительные черты, структуру научного знания, особенности современного этапа развития науки;

**Уметь:**

- критически анализировать философские тексты, классифицировать и систематизировать направления философской мысли;
- проводить анализ проблем науки на разных этапах развития;

**Владеть:**

- методами логического анализа различного рода суждений, навыками публичной речи, аргументации, ведения дискуссий и полемики; способностью использовать теоретические общеполософские знания в практической деятельности;
- методологией научного исследования, приемами и методами научного познания.

**6. Общая трудоемкость дисциплины.**

6 зачетные единицы (216 часов).

**7. Форма контроля.**

Экзамен кандидатского минимума – 25-30 мая.

**2. Иностранный язык****1. Место дисциплины в структуре образовательной программы.**

Дисциплина «Иностранный язык» входит в базовую часть блока обязательных дисциплин как дисциплина ОД.А.02

К исходным требованиям, необходимым для изучения дисциплины «Иностранный язык», относятся знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин: «Деловой английский», «Научный английский».

**2. Цель освоения дисциплины.**

Является обучение современным методам и технологиям научной коммуникации на иностранном языке и использованию их в устной и письменной коммуникации на иностранном языке.

### **3. Краткое содержание дисциплины**

Дисциплина «Иностранный язык» направлена на подготовку к сдаче кандидатского экзамена, и является обязательной для освоения обучающимся независимо от направленности программы аспирантуры, которую он осваивает.

### **4. Планируемые результаты обучения**

**Знать:**

-лексику необходимую для научной коммуникации на иностранном языке в объёме не менее 5500 единиц.

-базовые грамматические структуры для грамотного построения письменной и устной речи.

**Уметь:**

-читать оригинальную литературу на иностранном языке в соответствующей отрасли знаний с полным или частичным пониманием текста;

-оформлять извлеченную из иностранных источников информацию в виде перевода или реферирования;

-делать сообщения и доклады на иностранном языке на темы, связанные с научной работой аспиранта (соискателя); вести беседу по специальности.

**Владеть:**

- навыками подготовленной и неподготовленной монологической/диалогической речи в ситуациях научного, профессионального и бытового общения;

- навыками письма в пределах изученного материала

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

6 зачетных единиц (216 часов).

### **6. Форма контроля.**

Экзамен кандидатского минимума – 25-30 мая.

### **3. Методология и методика научного исследования**

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

Дисциплина «Методология и методика научного исследования» входит в вариативную часть блока обязательных дисциплин как ОД.А01.01.

К исходным требованиям, необходимым для изучения дисциплины «Методология и методика научного исследования», относятся знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин: «История и философия науки».

#### **2. Цель освоения дисциплины.**

Цель курса заключается в формировании у аспирантов методологической и научной культуры, системы знаний, умений и навыков в области организации и проведения научных исследований, осуществления междисциплинарных исследований.

#### **3. Краткое содержание дисциплин**

Деятельность как форма активного отношения к окружающему миру. Наука как специфическая форма деятельности. Понятие научного знания. Познание - процесс движения человеческой мысли от незнания к знанию. Процесс научного исследования, его характеристика, этапы проведения. Методика исследования. Понятие о методе и методологии науки. Классификация методов. Философские методы. Диалектический метод. Метафизический метод. Софистика, эклектика, догматизм, герменевтика, логический анализ. Феноменологический метод. Системный метод. Синергетический метод. Методы эмпирического исследования. Методы теоретического исследования. Методы логического анализа. Специфические средства и методы социально-гуманитарного познания.

#### **4. Планируемые результаты обучения**

**В результате освоения дисциплины аспирант должен:**

**Знать:**

- методологические основы и методы организации научно-исследовательской деятельности

**Уметь:**

- анализировать тенденции современной науки, определять перспективные направления научных исследований;

- использовать экспериментальные и теоретические методы исследования в профессиональной деятельности.

**Владеть:**

- современными методами научного исследования в предметной сфере;

- навыками совершенствования и развития своего научного потенциала.

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

4 зачетные единицы (144 часа).

#### **6. Форма контроля.**

Промежуточная аттестация - зачет – 20-25 мая.

### **4. Информационные технологии в науке и образовании**

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

Дисциплина «Информационные технологии в науке и образовании» входит в вариативную часть блока обязательных дисциплин ОД.А01.02

К исходным требованиям, необходимым для изучения дисциплины «Информационные технологии в науке и образовании», относятся знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин: «Информатика».

#### **2. Цель освоения дисциплины.**

Формирование и конкретизация знаний аспирантов и соискателей по применению современных информационных технологий в научно-

исследовательской и образовательной деятельности, освоение ИКТ-инструментов эффективной научно-образовательной деятельности.

### **3. Краткое содержание дисциплин**

Информатизация/цифровизация науки и образования. Обзор современных информационных технологий в науке и образовании. Автоматизация обработки данных. Средства подготовки научных и учебных материалов. Инструменты визуализации в научной работе. Компьютерная графика в научных исследованиях. Средства для создания презентаций и web-публикаций. Информационные технологии для моделирования, обработки и оформления результатов научных исследований. Использование Интернет-технологий для подготовки научных материалов. Сетевые технологии. Работа с полнотекстовыми базами данных, с электронной библиотекой российских научных журналов. Информационные технологии в учебном процессе. Использование сервисов Web 2.0 в организации образовательного процесса. Технологии дистанционного обучения: онлайн-обучение. Разработка электронных курсов. Образовательные платформы.

### **4. Планируемые результаты обучения**

**В результате освоения дисциплины аспирант должен:**

**Знать:**

-принципы организации базы данных, правила работы с системой управления БД, сущность и виды современных информационных технологий, интеллектуальных информационных систем, виды сетевых технологий, особенности использования информационных технологий в научной деятельности и учебном процессах основы организации хранения информации в персональном компьютере;

-структуру персонального компьютера;

-технические средства реализации информационных процессов;  
программные средства реализации информационных процессов;

-основные принципы функционирования системной среды Windows и технологию работы в ней; технологию работы с текстовыми документами в среде текстового процессора MS Word;

-технологию работы с табличными документами по автоматизации вычислений и построению диаграмм в среде табличного процессора MS Excel.

**Уметь:**

-пользоваться научными и образовательными ресурсами Интернет, спроектировать базу данных, подготовить научную публикацию или материал лекции с конвертацией оригинал-макета в переносимый формат и публикацией в Интернет, разработать и реализовать проект мультимедийной презентации научной публикации или материала лекции;

-создавать в системной среде Windows иерархическую структуру каталогов; копировать, переименовывать, удалять файлы; осуществлять поиск файлов; архивировать и разархивировать файлы;

-в среде текстового процессора MS Word оформлять и редактировать текстовые документы; использовать в документах графические объекты, формулы, диаграммы, таблицы;

-разрабатывать шаблоны текстовых документов; оформлять многостраничные документы; в среде табличного процессора MS Excel производить вычисления, используя формулы и встроенные функции;

-строить диаграммы; сортировать, группировать и фильтровать данные; осуществлять эффективный поиск документов в области физической культуры и спорта в глобальных компьютерных сетях.

**Владеть:**

-навыками выполнения статистической обработки экспериментальных данных и визуализации полученных результатов, создания выходных форм и отчетов в базе данных, создания мультимедийной презентации научной публикации или материала лекции;

-понятийным аппаратом в сфере информационных технологий, навыками эффективной работы с текстовыми и табличными процессорами, навыками работы в Интернете.

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

**4 зачетные единицы (144 часа).**

#### **6. Форма контроля.**

Промежуточная аттестация - зачет – 20-25 мая

### **5. Физика конденсированного состояния**

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

ОД.А.СД. Изучение дисциплины предполагает наличие у аспирантов знаний по курсу общей и теоретической физики в объеме программы высшего образования.

**2. Цель освоения дисциплины** – формирование у аспирантов углубленных теоретических знаний в области физики конденсированного состояния.

Задачи дисциплины: сформировать у аспирантов общее представление о многообразии методов и подходов, используемых при решении задач, связанных с созданием новых материалов с требуемыми свойствами; научить аспирантов на практике применять базовые методы в современных технологических процессах; подготовить аспирантов к применению полученных знаний при проведении научных исследований.

#### **3. Краткое содержание дисциплины**

Раздел 1. Типы связей в металлах. Природа сил связи. Силы притяжения и отталкивания. Ионные, ковалентные, металлические кристаллы. Межмолекулярное взаимодействие. Смешанные связи. Нецентральные силы. Потенциалы межатомного и межмолекулярного взаимодействия. Эмпирические потенциалы (Леннарда-Джонса, Борна, Морза). Многочастичные потенциалы.



Раздел 2. Кристаллография. Конденсированное состояние: твердое и жидкое. Кристаллические и аморфные тела. Монокристаллы. Поликристаллы. Дальний и ближний порядок. Функция радиального распределения. Симметрия. Операции симметрии. Основной закон симметрии. Точечные группы симметрии. Пространственные группы симметрии. Сингонии. Элементарная ячейка. Ячейка Вигнера-Зейтца. Решетка Бравэ. Индексы Миллера. Кубические структуры. Координационная сфера, координационное число. Поры в элементарной ячейке. Обратное пространство, обратная решетка. Зоны Бриллюэна. Условие дифракции рентгеновских лучей. Уравнение Вульфа-Брэгга. Сверхструктуры.

Раздел 3. Динамика решетки. Распространение звука в твердых телах. Квазичастицы в твердых телах. Плазмоны, магноны, поляроны, экситоны. Фононы и колебания решетки. Дисперсионное уравнение. Закон дисперсии. Акустическая и оптическая ветви колебаний. Теплоемкость решетки. Модель Эйнштейна. Модель Дебая. Температура Дебая. Фактор Дебая-Валлера в рассеянии рентгеновских лучей. Анггармонизм и тепловое расширение.

Раздел 4. Электронная структура твердых тел. Уравнение Шредингера. Волновая функция. Распределение Ферми-Дирака. Электронные состояния в кристаллах. Модель газа свободных электронов. Модель почти свободных электронов. Поверхность Ферми. Схема приведенных зон. Зонная теория и типы твердых тел. Эффективная масса электрона. Электроны и дырки. Раздел 5. Дефекты в твердых телах. Упругость. Точечные дефекты. Характеристики точечных дефектов. Дислокации. Характеристики дислокаций. Частичные дислокации. Источники дислокаций. Движение дислокаций. Взаимодействие дислокаций. Энергия дислокаций. Плоские дефекты: ДУ, АФГ. Двойники. Границы зерен. Пластическая деформация. Кривая напряжение-деформация. Упрочнение. Механические свойства.

Раздел 6. Фазовые превращения. Термодинамические потенциалы. Потенциал Гиббса для многокомпонентных систем. Химический потенциал. Равновесие фаз. Типы фазовых переходов. Правило фаз. Термодинамические

степени свободы. Фазовые диаграммы двухкомпонентных систем. Системы с неограниченной растворимостью. Системы с ограниченной растворимостью. Твердые растворы внедрения и замещения. Промежуточные фазы. Интерметаллиды. Эвтектические превращения. Перитектические превращения. Правила Эренфеста. Упорядочение. Кинетика фазовых превращений. Кристаллизация из жидкой фазы. Мартенситные превращения. Эффекты памяти формы. Диффузия. Правила Юм-Розери. Закон Вегарда. Электронная концентрация.

Раздел 7. Экспериментальные методы ФТТ. Рентгенография. Электронография и электронная микроскопия. Синхротронное излучение и его использование. Нейтронография. Эффект Мессбауэра. Электронный парамагнитный резонанс. Ядерный магнитный резонанс.

#### **4. Требования к уровню подготовки аспиранта, завершившего изучение данной дисциплины**

Аспиранты, завершившие изучение данной дисциплины, должны:

*иметь представление* о принципах формирования многообразия конденсированного состояния материи, основных законах превращения в твердых телах, металлах и сплавах под внешними воздействиями, связи физико-механических свойств твердых тел с их внутренней структурой;

*знать* общие вопросы управления структурой и свойствами конденсированных систем, базовые методы создания материалов с заранее заданными свойствами;

*уметь* развивать подходы к решению поставленных задач, разрабатывать новые технологии в физике конденсированного состояния.

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

6 зачетных единиц (216 часов)

#### **6. Форма контроля**

Экзамен кандидатского минимума – 25-30 мая.

## **6. Основы информационной культуры**

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

Дисциплина «Основы информационной культуры» входит в вариативную часть блока факультативных дисциплин как ФД.А.01

К исходным требованиям, необходимым для изучения дисциплины «Основы информационной культуры», относятся знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин: «Информационные системы».

### **2. Цель освоения дисциплины.**

Основной целью дисциплины являются формирование у аспирантов информационно-библиографической компетентности, т. е. умений работы с электронным каталогом, составления библиографии, способности ориентироваться в информационно-библиотечном пространстве, коммуникативной компетенции, готовности использовать данные навыки в учебной, научной и профессиональной деятельности, воспитания информационно-библиографической культуры, познавательных интересов.

### **3. Краткое содержание дисциплин**

Основы информационной культуры. Основы библиотековедения. Роль курса в системе научных дисциплин вуза. Система ГСНТИ. Справочно-библиографический фонд. Типы и виды справочных изданий. Основы библиографии. Система научной литературы. Методика поиска научной литературы по теме исследования. Библиографическое описание научной литературы. Библиографическая ссылка. Информационные технологии в НИР. Технология работы с отечественными и зарубежными электронными ресурсами. Электронные ресурсы НБ БГУ. БД ELIBRARU. РИНЦ, WOS, Scopus и др.

#### **4. Планируемые результаты обучения**

**В результате освоения дисциплины аспирант должен:**

**Знать:**

-Информационные возможности библиотеки вуза, информационные ресурсы ведущих информационных центров,

-ГОСТы по библиографическому описанию и библиографической ссылке, систему научных библиотек России, требования к списку использованной литературы.

**Уметь:**

-Грамотно формировать свои информационные потребности, самостоятельно осуществлять поиск различных видов документов, уметь вступать в информационные контакты, правильно оформлять библиографическое описание.

**Владеть:**

-Культурой потребления информации, культурой выбора информации, культурой поиска информации, культурой переработки информации, культурой освоения и использования информации, культурой создания библиографической информации, культурой 2 пользования компьютерной информацией, культурой передачи информации, культурой распространения информации.

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

1 зачетная единица (36 часов).

#### **6. Форма контроля.**

Промежуточная аттестация - зачет – 20-25 мая.

**Научно-исследовательская работа аспиранта и выполнение диссертации на соискание ученой степени кандидата наук**

**1. Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы.**

НИР.А.01(Н). НИР аспиранта предполагает наличие у аспирантов знаний по курсу общей и теоретической физики в объеме программы высшего образования.

**2. Цель научно-исследовательской работы:** выполнение научных исследований на основе углубленных профессиональных знаний и написание диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

**Задачи НИР аспиранта:**

1. Применение полученных знаний при осуществлении научных исследований в области физики конденсированного состояния.
2. Определение области научных исследований и проведение анализа состояния вопроса в исследуемой предметной области.
3. Выполнение теоретических исследований.
4. Разработка методик экспериментальных исследований.
5. Проведение экспериментальных исследований.
6. Обработка и анализ результатов теоретических и экспериментальных исследований.

**3. Основные разделы НИР**

1. Составление плана научно-исследовательской работы аспиранта и выполнения диссертации на соискание ученой степени кандидата наук. Литературный обзор по теме диссертации. Практическая часть исследований. Теоретическая часть исследований.
2. Обзор и анализ информации по теме диссертационного исследования. Виды информации (обзорная, справочная, реферативная). Виды изданий (статьи в реферируемых журналах, монографии и учебники, государственные отраслевые стандарты, отчеты НИР, теоретические и технические публикации, патентная информация). Методы поиска литературы (использование библиотечных каталогов и указателей, межбиблиотечный абонемент, реферативные журналы, автоматизированные средства поиска, просмотр периодической литературы).

3. Постановка цели и задач исследования. Объект и предмет исследования. Определение главной цели. Определение задач исследования в соответствии с поставленными целями.

4. Методики проведения экспериментальных исследований. Критерии оценки эффективности исследуемого объекта. Параметры, контролируемые при исследованиях. Оборудование, экспериментальные установки, приборы, аппаратура, оснастка. Условия и порядок проведения опытов. Математическое планирование экспериментов. Обработка результатов исследований и их анализ.

5. Проведение теоретических и экспериментальных исследований. Этапы проведения эксперимента. Методы познания (сравнения, анализ, синтез, абстрагирование, аналогия, обобщение, системный подход, моделирование). Методы теоретического исследования (идеализация, формализация, аксиоматический метод, математическая гипотеза и др.).

6. Формулирование научной новизны и практической значимости. Изучение актуальности, проводимого исследования. Анализ литературы по теме исследования. Формулировка научной новизны и практической значимости.

7. Обработка экспериментальных данных. Способы обработки экспериментальных данных. Статистическая обработка результатов измерений.

8. Подготовка научной публикации. Тезисы докладов. Статья в журнале. Диссертация. Автореферат. Монография. Структура тезисов доклада, статьи, диссертации, автореферата, монографии. Выступления с докладами на научных конференциях, симпозиумах, собраниях. Публичная защита диссертации.

#### **4. Требования к уровню подготовки аспиранта, завершившего НИР**

Аспиранты, завершившие НИР, должны:

*иметь представление:* о современном состоянии науки, основных направлениях научных исследований, приоритетных задачах; о порядке внедрения результатов научных исследований и разработок.

*знать:* методы поиска литературных источников по разрабатываемой теме с целью их использования при выполнении диссертации; методы исследования и проведения экспериментальных работ; методы анализа и обработки экспериментальных данных; физические и математические модели процессов и явлений, относящихся к исследуемому объекту; информационные технологии в научных исследованиях, программные продукты, относящиеся к профессиональной сфере; требования к оформлению научно-технической документации.

*иметь опыт:* формулирования целей и задач научного исследования; выбора и обоснования методики исследования; работы с прикладными научными пакетами и редакторскими программами, используемыми при проведении научных исследований и разработок; оформления результатов научных исследований (оформление отчёта, написание научных статей, тезисов докладов); выступления с докладами и сообщениями на конференциях и семинарах; работы на экспериментальных установках, приборах и стендах; анализа, систематизации и обобщения научно-технической информации по теме исследований; проведения теоретического или экспериментального исследования в рамках поставленных задач, включая математический эксперимент; анализа достоверности полученных результатов; сравнения результатов исследования объекта разработки с отечественными и зарубежными аналогами; проведения анализа научной и практической значимости проводимых исследований.

## **5. Общая трудоемкость дисциплины**

152 зачетных единицы (5472 часа)

## **6. Форма контроля**

Промежуточная аттестация – экзамен (1,2,3,4 курс)

## **Научно-исследовательская практика**

**1. Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы.**

П.А.01(П).

**2. Цель научно-исследовательской практики:** расширение и закрепление теоретических и практических знаний, полученных аспирантами в процессе обучения.

### **Задачи научно-исследовательской практики аспиранта:**

1. Формирование у аспирантов целостного представления о научно-исследовательской деятельности.

2. Выработка у аспирантов устойчивых навыков практического применения исследовательских умений и навыков научного анализа, полученных в процессе теоретической подготовки.

3. Развитие научно-исследовательской ориентации аспирантов.

4. Развитие у аспирантов личностно-профессиональных качеств научного исследователя.

5. Формирование и развитие у аспирантов научно-исследовательских умений и навыков, необходимых для написания научной работы.

6. Воспитание у аспирантов интереса к научно-исследовательской деятельности.

7. Углубление и закрепление теоретических знаний, в процессе применения их для решения конкретных научных задач.

8. Совершенствование умения использовать современные информационные технологии.

9. Формирование умения представлять итоги проделанной работы в виде отчетов, рефератов, статей, оформленных в соответствии с имеющимися требованиями, с привлечением современных средств редактирования и печати.

**3. Основные разделы научно-исследовательской практики.**



1. Составление плана научно-исследовательской работы аспиранта и выполнения диссертации на соискание ученой степени кандидата наук. Литературный обзор по теме диссертации. Практическая часть исследований. Теоретическая часть исследований.

2. Обзор и анализ информации по теме диссертационного исследования. Виды информации (обзорная, справочная, реферативная). Виды изданий (статьи в реферируемых журналах, монографии и учебники, государственные отраслевые стандарты, отчеты НИР, теоретические и технические публикации, патентная информация). Методы поиска литературы (использование библиотечных каталогов и указателей, межбиблиотечный абонемент, реферативные журналы, автоматизированные средства поиска, просмотр периодической литературы).

3. Постановка цели и задач исследования. Объект и предмет исследования. Определение главной цели. Определение задач исследования в соответствии с поставленными целями.

**4. Требования к уровню подготовки аспиранта, завершившего практику:**

Аспиранты, завершившие научно-исследовательскую практику, должны:

*знать:* методы поиска литературных источников по разрабатываемой теме с целью их использования при выполнении диссертации; методы исследования и проведения экспериментальных работ; методы анализа и обработки экспериментальных данных; физические и математические модели процессов и явлений, относящихся к исследуемому объекту; информационные технологии в научных исследованиях, программные продукты, относящиеся к профессиональной сфере; требования к оформлению научно-технической документации.

*иметь опыт:* формулирования целей и задач научного исследования; выбора и обоснования методики исследования; работы с прикладными научными пакетами и редакторскими программами, используемыми при проведении научных исследований и разработок; оформления результатов

научных исследований (оформление отчёта, написание научных статей, тезисов докладов.

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

12 зачетных единицы (432 часа)

#### **6. Форма контроля**

Промежуточная аттестация – зачет (2 курс)