

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ливанов Дмитрий Викторович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 28.06.2024 13:57:15  
Уникальный программный ключ:  
c6d909c49c1d2014fa7e0156cd4aa51e7332402

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы

### XXI век: новые границы и смыслы взаимодействия человека и техники

#### Цель дисциплины:

Обеспечить осознание и понимание того, как влияет технологический прогресс на человека, культуру и общество, а также обеспечить развитие критического мышления и аналитических навыков для анализа социальных, культурных и этических последствий этого взаимодействия.

#### Задачи дисциплины:

1. Изучение основных подходов к определению понятий «человек» и «техника» в различных дисциплинах с учетом культурных и социальных аспектов.
2. Анализ влияния технологического прогресса на формирование новых символов, смыслов и ценностей в современной культуре.
3. Исследование размывания границ между человеком и техникой через анализ примеров современных технологических достижений, включая киборгизацию, виртуальность и искусственный интеллект.
4. Определение роли и значимости культуры в процессе взаимодействия человека и технологии в контексте глобализации и информационного общества.
5. Формирование умения критически анализировать и оценивать влияние технологий на человеческую природу и общественную жизнь, а также поиск способов создания гармоничного взаимодействия между человеком и техникой в современном мире.

#### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- различные определения понятий «человек» и «человеческое» в контексте современности; основных факторов размывания границ между человеческим и нечеловеческим;
- влияние технологического прогресса на человека и общественную жизнь, понимание глобальных вызовов, с которыми человек сталкивается в связи с интеграцией технологий в культуру.

##### уметь:

- анализировать и осмысливать факты и данные с использованием арсенала философии культуры, социологии и истории культуры, чтобы лучше понимать процессы смыслового взаимодействия между человеком и техникой;

- анализировать и интерпретировать культурные символы и смыслы, связанные с взаимодействием человека и техники в современном обществе.

#### **Владеть:**

- навыками критического мышления и анализа, чтобы оценивать воздействие технологий на человечество и определить свою позицию;

- навыками коммуникации и сотрудничества, чтобы участвовать в обсуждении и обмене идеями о взаимодействии человека и техники, а также в разработке кросс-культурных моделей и подходов.

#### **Темы и разделы курса:**

##### 1. Человек и технология: современные вызовы и границы

Размышления о влиянии технологического прогресса на человеческую природу и исследование границ между человеческим и техническим в современном мире.

##### 2. Философия культуры: понятия «человек» и «человеческое» в контексте современности

Рассмотрение различных определений понятий «человек» и «человеческое» в современной культуре через призму различных философских и культурологических концептов.

##### 3. Технологические революции и их воздействие на человеческую природу

Анализ влияния технологических революций на человеческую природу и исследование изменений, происходящих в результате этого влияния.

##### 4. «Ламповое» и кибернетическое: размывание границ между техникой и человеческим

Исследование процесса размывания границ между традиционными формами человеческого бытия и новыми технологическими реальностями.

##### 5. Культурные символы и представления о человеческом и нечеловеческом

Анализ культурных символов и их значений в контексте взаимодействия человека и техники, а также исследование представлений о человеческом и нечеловеческом в современной культуре.

##### 6. Киборги и роботы: слияние технологий с человеческой природой

Анализ взаимодействия технологий и человеческой природы в контексте развития киборготехнических систем и исследование последствий слияния технологий и человеческой природы.

##### 7. Виртуальность и расширение реальности: новые формы существования

Рассмотрение влияния виртуальной реальности и расширенной реальности на человеческое сознание и исследование новых форм существования, возникающих в результате использования этих технологий.

#### 8. Социология культуры и человеческое взаимодействие с техникой

Анализ социологических аспектов взаимодействия человека и техники в современной культуре и исследование изменений, происходящих в обществе под воздействием технического прогресса.

#### 9. Культура и информационный взрыв: глобальные вызовы современного общества

Исследование влияния информационного взрыва на развитие культуры и рассмотрение глобальных вызовов, с которыми сталкивается современное общество в связи с технологическим прогрессом.

#### 10. История культуры и эволюция взаимодействия человека и техники

Анализ исторического развития взаимодействия человека и техники, исследование культурных трансформаций, происходящих под воздействием технологий.

#### 11. Экзистенциальные аспекты смысла и ценности человеческого в контексте технологий

Размышление о смысле и ценности человеческого существования в условиях растущего технологического прогресса и исследование экзистенциальных вопросов, возникающих в связи с этим.

#### 12. Этика и права человека в эпоху технического прогресса

Рассмотрение этических аспектов применения технологий и исследование прав человека в условиях ускоренного развития технологий.

#### 13. Массовая культура и влияние технологий на символы и смыслы

Анализ влияния технологий на формирование массовой культуры и изучение изменений в символах и смыслах, возникающих в результате этого влияния.

#### 14. Повседневная жизнь и культурные преобразования в условиях технологического прогресса

Исследование влияния технологического прогресса на повседневную жизнь людей и рассмотрение культурных преобразований, происходящих в современном обществе.

#### 15. Технологии и самосознание: новые горизонты человеческого бытия

Размышление о влиянии технологий на самосознание человека и исследование возникающих в результате использования технологий новых горизонтов человеческого бытия.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Административные основы научной деятельности**

#### **Цель дисциплины:**

Целью курса ознакомление обучающихся с основными принципами профессиональной деятельности в научной сфере в России и за рубежом.

#### **Задачи дисциплины:**

формирование базовых знаний и представлений об основах профессиональной деятельности в научной сфере в России и за рубежом.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- базовые принципы профессиональной деятельности в научной сфере;
- особенности карьерного роста в науке в России и за рубежом;
- специфику различных способов обнародования результатов научной деятельности;
- специфику различных инструментов финансирования науки в России;
- законодательную базу, регулирующую научную деятельность в России;
- критерии оценки результативности научной деятельности.

##### **уметь:**

- находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности;
- применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты;
- проводить апробацию результатов научно-исследовательской работы посредством публикации научных статей и участия в конференциях;
- составлять аннотации, рефераты, библиографические перечни и обзоры информации в области своей профессиональной деятельности.

**Владеть:**

- основными правилами оформления научных публикаций и научно-технической документации;
- методологией составления научно-технических отчетов (проектов);
- методами визуального и графического представления результатов научной (научно-технической, инновационной, технологической) деятельности в виде отчетов, научных публикаций;
- методами научного поиска и интеллектуального анализа информации при решении задач профессиональной деятельности.

**Темы и разделы курса:****1. Введение**

Основы профессиональной деятельности в научной сфере в России и за рубежом. Законодательная база, регулирующая научную деятельность в России. Научно-техническое развитие Российской Федерации. Приоритетные направления науки. Российская академия наук. Научная карьера в академической среде и в университетах. Этапы карьерного роста и их особенности. Квалификационные работы. Ученая степень. Диссертация на соискание ученой степени. Инструменты финансирования науки в России. Грантовая поддержка науки. Способы обнародования результатов научной деятельности. Публикации результатов в научных журналах. Патенты. Интеллектуальная собственность. Участие в научных конференциях. Критерии оценки результативности научной деятельности. Научная этика

**2. Этапы карьерного роста**

Карьерный рост в академической среде. Карьерный рост в университетах. Аспирантура, докторантура. Ph.D., postdoc. Научные сотрудники, научные работники. Должностные обязанности научных сотрудников. Квалификационные требования к занимаемой должности. Руководство студентами, аспирантами. Ученая степень, ученое звание. Кандидат наук, доктор наук. Профессор: звание и должность. Профессор РАН. Член-корреспондент и академик РАН. Карьера в околонаучных сферах

**3. Квалификационные работы**

Дипломная работа. Защита диссертации на соискание ученой степени. Кандидатский минимум. Организации, присуждающие ученую степень. Диссертационный совет. Высшая аттестационная комиссия. Требования к диссертации на соискание ученой степени. Структура диссертации. Положения, выносимые на защиту. Публикация результатов диссертационной работы. Список ВАК. Научный руководитель, научный консультант. Автореферат диссертации. Рассылка автореферата, отзывы на автореферат. Плагиат. Система «Антиплагиат». Диссернет. Предзащита, принятие диссертации к защите. Оппоненты и ведущая организация. Особенности доклада на защите диссертации. Оформление документов. Возможности, которые дает защита диссертации на соискание ученой степени. Доктор философии (PhD), хабилизация

#### 4. Финансирование науки

Инструменты финансирования науки в России. Приоритетные научные направления. Федеральная целевая программа «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России». Финансирование университетов и научно-исследовательских организаций. Целевое финансирование, показатели. Научно-образовательные центры мирового уровня, центры коллективного пользования, программа «Топ-100». Уникальные установки, установки «мегасайенс». Госзадание, категории организаций. Грантовая поддержка науки. Научные фонды. Выплаты стимулирующего характера, ПРНД. Федеральная целевая программа «Жилище».

#### 5. Работа с литературой

Доступ к научной литературе. Научные издательства, научные журналы. Оценка уровня научных изданий. Библиотеки РИНЦ, Scopus, Web-of-Science. Индексы цитирования журналов. Журналы открытого доступа (open-access). Книги, научные обзоры. Специальные тематические выпуски журналов. Базы данных химических соединений (Reaxys, Scifinder), базы структурных данных (Cambridge Structural Database, Crystallography Open Database). Критический обзор литературы. Цитирование литературы

#### 6. Обнародование результатов

Публикация в научном журнале. Авторские права. Патенты. Интеллектуальная собственность. Участие в научных конференциях. Публикации в средствах массовой информации

#### 7. Публикация в научном журнале

Выбор научного журнала. Оценка уровня научного журнала. Классификация научных статей. Обзор, оригинальное исследование, краткое сообщение. Публикация в российском и зарубежном журнале. Научная этика. Экспертное заключение. Требования к научной статье, ее формат. Структура научной статьи. Вклад авторов. Ответственный автор (corresponding author). Аффiliation. Реферат научной статьи. Цитирование научной литературы. Экспериментальная часть. Обсуждение результатов. Результаты и выводы. Благодарности. Финансовая поддержка. Графический абстракт. Сопроводительное письмо (cover letter). Рецензирование научной статьи. Ответ рецензенту. Принятие статьи к печати. Внесение изменений (minor revision, major revision). Повторная подача научной статьи в журнал. Авторские права. Hot article. Графическое представление статьи на обложке журнала. Цитирование научной статьи. Самоцитирование. Инструменты продвижения научной статьи.

#### 8. Представление данных на конференции

Способы представления данных на конференциях (постерные доклады, стендовые доклады, составление презентаций, выступление), оформление тезисов докладов

#### 9. Гранты

Грантовая поддержка науки в России и за рубежом. Научные фонды. Разновидности грантов. Заявка на грант. Требования и обязательства. Конкурсная документация. Постановка научной проблемы и решаемых задач. Методы исследования. Научный коллектив. Научный задел. Руководитель проекта. Выбор организации, через которую осуществляется финансирование. Публикационная активность. Показатели реализации

научного проекта. Целевое расходование средств гранта. Участие в научных мероприятиях. Приобретение научного оборудования для целей гранта.

#### 10. Оценка результативности научной деятельности

Публикационная активность. Количество цитирований. Самоцитирование. Индекс Хирша. Оценка уровня научных публикаций. Библиотеки РИНЦ, Scopus, Web-of-Science. Грантовая поддержка исследований. Патенты, изобретения, инновации. Награды и премии.

#### 11. Законодательная база

Основные направления государственной политики в области научно-технического развития Российской Федерации. «Большие вызовы» и приоритетные направления научно-технического развития. Трудовой договор, договор гражданско-правового характера. Основное место работы, работа по совместительству. Внутреннее совмещение, совместительство. Договор на выполнение научно-исследовательской работы. Интеллектуальная собственность. Должностные обязанности научных сотрудников и научных работников. Квалификационные требования к занимаемой должности. «Майские» указы Президента. Расходование грантовых средств. Особенности налогообложения. Профсоюзная деятельность

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Азбука чтения. Кванты смеха**

#### **Цель дисциплины:**

1. Показать особенности работы с комическими текстами, обладающими специфическими свойствами.
2. Понимать необычность, отклонения от привычного, эффекты неожиданности, игровые элементы, требующие активного соучастия адресата.
3. Освоить смысловые и языковые законы комического текста, основанные на фреймовой трансформации, вызывающей когнитивный диссонанс, который разрешается смеховой реакцией.

#### **Задачи дисциплины:**

1. Ознакомиться с методами анализа комического текста.
2. Изучить специфику выразительности комического текста, основанную на сочетании прямого и переносного смысла.
3. Исследовать технологии фокусировки внимания читательской аудитории.
4. Сформировать у читателя адекватные проекции текста с учетом национального, культурного, социального, исторического контекста.
5. Использовать комический текст в качестве коммуникативной стратегии.
6. Выявить и проанализировать случаи коммуникативного успеха и коммуникативной неудачи на примере литературных комических текстов.
7. Создать ситуацию дискуссионной беседы об изученном вопросе.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- методы коммуникационного, лингвистического анализа текстов и ситуаций, сложившихся в культуре, социуме, литературе, а также методы создания текстов, в том числе в междисциплинарных областях – науке, литературе, публицистике, бытовой сфере;
- стилистические особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках.



**уметь:**

- использовать речевые приемы, помогающие уместно и умело понимать глубину смыслов комического текста;
- анализировать разные типы коммуникативных ситуаций;
- следовать основным нормам, принятым в научном общении на государственном и иностранном языках.

**владеть:**

- навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;
- навыками анализа теории коммуникативных качеств речи;
- навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных;
- навыками анализа литературных и научных текстов на государственном и иностранном языках.

**Темы и разделы курса:**

1. Философия, мифология, психология комического. Дистанция. Иерархия. Остранение. Отступление от нормы, противоречие здравому смыслу Аристотель, Гегель, Кант, Анри Бергсон о комическом. Источник смеха - контраст ожидаемого, диктуемого опытом – и неожиданного, противоречащего ему. Природа парадоксального мышления и высказывания

Презентация основных идей, методов и оптик работы с явлениями комического. Понимание смеховой культуры, ее истоков и модификаций как сложного явления, имеющего свою институциональную структуру, где «некомические» (исторические, коммуникативные, социальные) составляющие рассматриваются с собственно смеховой компонентой (комический эффект как результат коллективного взаимодействия автора и аудитории) в неразрывной связи. Смеховая культура и проблема исследования коммуникаций. Аристотель, Гегель, Кант, Анри Бергсон о комическом. Комический текст как пример: его устройство, проблемы, поставленные и решенные.

2. Морфология комического. «Как сделан» анекдот. Анекдот – жанр-«бродяга». Анекдот в прозе, русской и европейской. Коммуникативная специфика анекдота. Рассказчик анекдота - особый культурный тип. Основные агенты комической коммуникации. Особенности нарратива в анекдотах и комических положениях в точных науках

«Как сделан» анекдот. Анекдот – жанр-«бродяга». Анекдот в прозе, русской и европейской. Структурные особенности и проблема эстетического эффекта. Литературные, исторические бытовые анекдоты. Типология жанра. Закон пуанты. Коммуникативная специфика анекдота. Рассказчик анекдота - особый культурный тип. Основные агенты комической

коммуникации. Особенности нарратива в анекдотах и комических положениях в точных науках

3. Основные виды комического: юмор, ирония, сатира, сарказм, гротеск, абсурд, пародия. Трикстер и триггер в смеховой культуре

Юмор, ирония, сатира, сарказм, гротеск, абсурд, пародия. Трикстер и триггер в смеховой культуре.

В юморе – самом «позитивном» виде комического – одновременно соединяются смех над предметами или явлениями (комическая их трактовка) и внутренне серьезное к ним отношение со стороны смеющегося. Юморист видит комические детали – но не отрицает при этом значения предмета в целом. Смешное и нелепое радует юмориста – без этого жизнь была бы скучна и бесцветна. Однако не случайно и исходное значение слова юмор: humour (англ.) – нрав, характер, расположение духа. Юмор всегда личностно обусловлен, «субъективен»: то или иное явление трактуется как комическое, будучи преломленным через призму восприятия смеющегося. Не случайна устойчивость словосочетания «чувство юмора»: юмор не просто «разовая» шутка – это интеллектуально-эмоциональная реакция на мир, присущая конкретному человеку – и у разных людей эта реакция «проявлена» по-разному. «Цвета» юмора. «Черный» юмор. Разновидности: «английский» юмор.

4. Комическое в мировой литературе. Пограничные явления, связанные с взаимодействием комического и трагического, эпоса и драмы, индивидуального и общего, текста и контекста, национального и общечеловеческого. Анализируются произведения А.Т. Аверченко, М.А. Булгакова, В.С. Высоцкого, А.А. Галича, С.Д. Довлатова, М.М. Зощенко, Т.Ю. Кибирова, В.В. Набокова, Б.Ш. Окуджавы, В.О. Пелевина, А.П. Платонова, Г.В. Сапгира, М.М. Степановой, А.П. Чехова, Е.Л. Шварца, Н.Р. Эрдмана, Н.А. Тэффи. Смысловые и речевые антитезы. Смех и стыд

Парадоксальное мышление в современной массовой культуре. Драматическая интрига. Как рассказать историю анекдотическими средствами. Пространственные, языковые, коммуникативные и временные аспекты комического текста. Понятие границы в современной комической прозе. Нарушение табу как перформативный жест в комическом тексте. Пограничные явления, связанные с взаимодействием комического и трагического, эпоса и драмы, индивидуального и общего, текста и контекста, национального и общечеловеческого.

5. Постмодернизм, смех и онтологическая поэтика. «Смех на все случаи жизни» и «Скелеты в шкафу» Современная комическая французская, английская, американская проза

Умберто Эко и «семантические механизмы юмора». Переосмысление инструментов комического. Честертон о «великолепном безумии смеха». Антитезы смеха в пространстве постмодерна. Смех и абсурд. Новые измерения. Перформативность комических текстов. Смех как «вещь в себе». Комическое без зрителя. Экспериментальность комического текста. Интрига непредсказуемости и комический эффект в современных культурных практиках. Новая жизнь импровизации и открытого финала в литературном произведении.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Английский язык в фармакологии**

#### **Цель дисциплины:**

Изучение фундаментальных концепций и принципов, связанных с разработкой лекарств.: основ разработки новых лекарств; методы, используемые при идентификации целевых молекул; применение различных технологий и методов в разработке новых лекарств; методы моделирования и оптимизации новых лекарственных препаратов; основы контроля качества лекарств и соответствия стандартам безопасности и эффективности; формирование понимания основных этапов и процессов, связанных с разработкой новых лекарств; развитие навыков аналитической обработки большого массива информации по теме специализации; овладение практическими навыками, необходимыми для успешной карьеры в фармацевтической промышленности.

#### **Задачи дисциплины:**

Развить лексических навыков для понимания и использования специфической терминологии в области разработки лекарств; изучить грамматические структуры для работы с научной литературой и изучения основных процессов, связанных с разработкой лекарств; сформировать навыки аудирования и понимания речи научных специалистов в области разработки лекарств; актуализировать навыки активного чтения научных статей, отчетов по разработке лекарств, и решения задач, связанных с разработкой лекарств; ознакомиться с конкретными задачами, связанными с разработкой лекарств, и требованиями, предъявляемыми к процессу разработки лекарств; развить навыки работы в команде и управления проектами в области разработки лекарств; применять информационные технологии и научные ресурсы для получения и обработки данных о разработке лекарств; ознакомиться с основными принципами регулирования разработки лекарств в разных странах и регионах; сформировать способность обучающегося языковыми средствами решать коммуникативные задачи в различных ситуациях межкультурного общения; осуществлять межличностное и профессиональное общение на иностранном языке с учетом особенностей культуры.

Для достижения целей и задач освоения дисциплины, обучающиеся должны овладеть иноязычной общепрофессиональной коммуникативной компетенцией, включающей в себя:

Этнографическую компетенцию: владение знаниями о стране изучаемого языка, ее истории и культуре, быте, выдающихся представителях, традициях и нравах; возможность страноведческого сравнения особенностей истории, культуры, обычаев своей и иной

культур, понимание культурной специфики и способности объяснения причин и истоков той или иной характеристики культуры.

Лингвистическую компетенцию: способность в соответствии с нормами изучаемого языка правильно конструировать грамматические формы и синтаксические построения.

Социолингвистическую компетенцию (способность использовать и преобразовывать языковые формы в соответствии с ситуацией иноязычного общения).

Социокультурную компетенцию: способность учитывать в общении речевое и неречевое поведение, принятое в стране изучаемого языка.

Социальную компетенцию: способность взаимодействовать с партнерами по общению, владение соответствующими стратегиями.

Дискурсивную компетенцию: способность понять и достичь связности отдельных высказываний в значимых коммуникативных моделях.

Стратегическую компетенцию: умение пользоваться наиболее эффективными стратегиями при решении коммуникативных задач.

Предметную компетенцию: знание предметной информации при организации собственного высказывания или понимания высказывания других людей.

Предметно-профессиональную: способность оперировать знаниями в условиях реальной коммуникации с представителями изучаемой культуры, проявление эмпатии, как способности понять нормы, ценности и мотивы поведения представителей иной культуры.

Коммуникативную: способность устанавливать и налаживать контакты с представителями различных возрастных, социальных и других групп родной и иной лингвокультур, возможность быть медиатором между собственной и иноязычными культурами.

Прагматическую компетенцию: умение выбирать наиболее эффективный и целесообразный способ выражения мысли в зависимости от условий коммуникативного акта и поставленной задачи

### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

**знать:**

- взаимосвязь, взаимовлияние и взаимодействие языка и культуры;
- роль языка как органической части культуры в жизни человека, его поведении и общении с носителями других языков и других культур, национальной самобытности и идентичность народов;
- представление о культурно-антропологическом взгляде на человека, его образ жизни, идеи, взгляды, обычаи, систему ценностей, восприятие мира – своего и чужого;
- влияние культуры посредством языка на поведение человека, его мировосприятие и жизнь в целом;
- историю возникновения, этапы развития и методы обучения межкультурной коммуникации;

- содержание понятия «культура», её роль в процессе коммуникации, а также соотношение с такими понятиями, как «социализация», «инкультурация», «аккультурация», «ассимиляция», «поведение», «язык», «идентичность», «глобальная гражданственность»;
- влияние различных социальных трансформаций на изменение культурной идентичности;
- особенности восприятия других культур, причины предрассудков и стереотипов в межкультурном взаимодействии;
- механизмы формирования межкультурной толерантности и диалога культур;
- типы, виды, формы, модели, структурные компоненты межкультурной коммуникации;
- нормы и стили межкультурной коммуникации;
- ментальные особенности и национальные обычаи представителей различных культур, культурные стандарты этнического, политического и экономического плана;
- языковую картину мира носителей иноязычной культуры, особенности их мировидения и миропонимания;
- этические и нравственные нормы поведения в инокультурной среде;
- языковые нормы культуры устного общения, этические и нравственные нормы поведения, принятые в стране изучаемого языка; стереотипы и способы их преодоления; нормы этикета стран изучаемого языка;
- методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации;
- этапы жизненного цикла проекта; этапы разработки и реализации проекта; методы разработки и управления проектами;
- методики формирования команд; методы эффективного руководства коллективами; основные теории лидерства и стили руководства;
- правила и закономерности личной и деловой устной и письменной коммуникации; современные коммуникативные технологии на русском и иностранном языках; существующие профессиональные сообщества для профессионального взаимодействия;
- закономерности и особенности социально-исторического развития различных культур; особенности межкультурного разнообразия общества; правила и технологии эффективного межкультурного взаимодействия;
- методики самооценки, самоконтроля и саморазвития.

**уметь:**

- применять методы изучения культурных систем и межкультурных ситуаций;
- воспринимать, анализировать, интерпретировать и сравнивать факты культуры;
- определять роль базовых культурных концептов в межкультурной коммуникации;

- находить адекватные решения в различных ситуациях межкультурного общения;
- анализировать особенности межкультурной коммуникации в коллективе;
- рефлексировать ориентационную систему собственной культуры;
- распознавать и правильно интерпретировать невербальные сигналы в процессе межкультурного общения;
- составлять коммуникативный портрет представителя иной лингвокультуры;
- раскрывать значение понятий и действий в межкультурной ситуации;
- анализировать совпадения и различия в коммуникативном поведении с позиций контактируемых культур;
- адекватно реализовывать свое коммуникативное намерение в общении с представителями других лингвокультур;
- переключаться при встрече с другой культурой на другие не только языковые, но и неязыковые нормы поведения;
- определять причины коммуникативных неудач и применять способы их преодоления;
- занимать позицию партнера по межкультурному общению и идентифицировать возможный конфликт как обусловленный ценностями и нормами его культуры;
- успешно преодолевать барьеры и конфликты в общении и достигать взаимопонимания;
- раскрывать взаимосвязь и взаимовлияние языка и культуры;
- толерантно относиться к представителям других культур и языков;
- анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции;
- уважительно и бережно относиться к историческому наследию и культурным традициям;
- использовать модели социальных ситуаций, типичные сценарии взаимодействия участников межкультурной коммуникации;
- руководствоваться принципами культурного релятивизма и этическими нормами, предполагающими отказ от этноцентризма и уважение своеобразия иноязычной культуры и ценностных ориентаций иноязычного социума;
- преодолевать влияние стереотипов и осуществлять межкультурный диалог в общей и профессиональной сферах общения;
- моделировать возможные ситуации общения между представителями различных культур и социумов;
- применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации;

- разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта; управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла;
- разрабатывать план групповых и организационных коммуникаций при подготовке и выполнении проекта; сформулировать задачи членам команды для достижения поставленной цели; разрабатывать командную стратегию); применять эффективные стили руководства командой для достижения поставленной цели;
- применять на практике коммуникативные технологии, методы и способы делового общения для академического и профессионального взаимодействия;
- определять теоретическое и практическое значение культурно-языкового фактора при взаимодействии различных философских и научных традиций;
- понимать и толерантно воспринимать межкультурное разнообразие общества; анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия;
- решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности; применять методики самооценки и самоконтроля.

**владеть:**

- нормами этикета и поведения при общении с представителями иноязычной культуры;
- принципами толерантности при разрешении межкультурных противоречий;
- методами коммуникативных исследований, умением применять полученные знания в научно-исследовательской деятельности, устной и письменной коммуникации;
- коммуникативными стратегиями и тактиками, характерными для иных культур;
- навыками корректного межкультурного общения, самостоятельного анализа межкультурных конфликтов в процессе общения с представителями других культур и путей их разрешения;
- умением правильной интерпретации конкретных проявлений вербального и невербального коммуникативного поведения в различных культурах;
- навыками коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия;
- навыками деятельности с ориентиром на этические и нравственные нормы поведения, принятые в инокультурном социуме;
- необходимыми интеракционными и контекстными знаниями, позволяющими преодолевать влияние стереотипов и адаптироваться к изменяющимся условиям при контакте с представителями различных культур;

- методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий;
- методиками разработки и управления проектом; методами оценки потребности в ресурсах и эффективности проекта;
- умением анализировать, проектировать и организовывать межличностные, групповые и организационные коммуникации в команде для достижения поставленной цели; методами организации и управления коллективом;
- методикой межличностного делового общения на русском и иностранном языках, с применением профессиональных языковых форм, средств и современных коммуникативных технологий;
- методами и навыками эффективного межкультурного взаимодействия;
- технологиями и навыками управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки, самоконтроля и принципов самообразования в течение всей жизни.

### **Темы и разделы курса:**

1. Модуль 2. Английский язык для фармацевтических технологий

2. Модуль 1. Английский язык для системной биологии и биомедицинских технологий

3. Принципы клинической этики

Автономия в принятии медицинских решений: принцип уважения автономии пациента в клинической этике и процессах принятия решений. Польза и непричинение вреда: обсуждение принципов принесения пользы и предотвращения вреда в медицинской практике и исследованиях. Справедливость в здравоохранении: изучение вопросов о справедливом распределении ресурсов здравоохранения и доступе к медицинскому лечению. Обсуждение этических дилемм, связанных с решениями для пациентов в конце жизни, такими как эвтаназия, паллиативная помощь и передача другому лицу прав по принятию важных медицинских решений в случае утраты дееспособности. Конфиденциальность и неприкосновенность частной жизни: этические обязательства медицинских работников по сохранению конфиденциальности пациентов. Культурная компетентность и разнообразие: влияние культурных убеждений и ценностей на клиническую этику и принятие решений. Новые этические проблемы в здравоохранении: изучение новых этических дилемм, возникающих в результате достижений в области технологий, таких как искусственный интеллект в здравоохранении, генетическое тестирование и прецизионная медицина.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах на заданные темы; уметь выразить аргументированное мнение по обсуждаемым темам.



#### 4. Распространение информации о научных исследованиях

Эффективные стратегии научной коммуникации: изучение различных техник и методов эффективного распространения научных исследований среди различных аудиторий. Научная коммуникация в эпоху цифровых технологий: влияние цифровых платформ, социальных сетей и онлайн-каналов на научную коммуникацию и участие общественности. Общественное понимание науки: изучение проблем и возможностей в преодолении разрыва между научными исследованиями и общественным пониманием, в том числе, значения научной грамотности. Визуализация науки: значение визуальной коммуникации, в том числе, графиков, диаграмм, инфографики, для представления сложных научных понятий и данных. Стратегии, позволяющие ученым эффективно сообщать результаты исследований политикам и влиять на принятие решений, основанных на фактических данных. Взаимодействие с сообществом и научное волонтерство (Citizen Science): роль участия сообщества и проектов научного волонтерства в содействии участию общественности и пониманию научных исследований. Обучение и образование в области научных коммуникаций: изучение необходимости и воздействия программ обучения научным коммуникациям для ученых и исследователей.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах на заданные темы; уметь выразить аргументированное мнение по обсуждаемым темам.

#### 5. Технологии Omics

Протеомика: исследования белков, их структуры, функции и взаимодействия в биологических системах. Транскриптомика: анализ полного набора транскриптов РНК организма, включая мРНК, некодирующие РНК и другие регуляторные элементы, для понимания закономерностей экспрессии генов и механизмов регуляции. Эпигеномика: изучение наследственных изменений в экспрессии генов или клеточного фенотипа, которые не вызваны изменениями в базовой последовательности ДНК, в том числе, метилирование ДНК, модификации гистонов и ремоделирование хроматина. Микробиомика: исследование совокупных геномов микроорганизмов, присутствующих в определенной среде или организме-хозяине, включая микробиом человека и его роль в здоровье и болезнях. Метагеномика: изучение генетического материала, полученного непосредственно из образцов окружающей среды, для получения представления о микробном разнообразии, экологии и функциях. Фармакогеномика: влияние генетической структуры человека на его реакцию на лекарства, в том числе, метаболизм лекарств, эффективность и побочные реакции. Нутригеномика: влияние отдельных генетических вариаций на реакцию на питательные вещества и факторы, связанные с питанием, вопросы персонализированного питания и диетических рекомендаций на основе генетического профиля.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах на заданные темы; уметь выразить аргументированное мнение по обсуждаемым темам.

#### 6. Концепция протеомики, связанная с исследованиями рака

Протеомные биомаркеры в диагностике рака: выявление и проверка белковых биомаркеров, способствующих раннему обнаружению и диагностике различных типов рака. Протеомное профилирование подтипов рака: использование протеомных методов для характеристики различных молекулярных подтипов рака и их значение в персонализированной медицине. Протеогеномика в исследованиях рака: изучение интеграции протеомных и геномных данных для лучшего понимания биологии рака, определения терапевтических целей и прогнозирования ответа на лечение. Протеомные

признаки устойчивости к лекарствам: анализ протеомных изменений, связанных с механизмами устойчивости к лекарствам в раковых клетках, потенциальные стратегии преодоления устойчивости. Белко-белковые взаимодействия в путях развития рака: обсуждение роли белок-белковых взаимодействий и сигнальных сетей в развитии и прогрессировании рака и в воздействии терапии. Протеомный анализ микроокружения опухоли: использование протеомных методов в изучении микроокружения опухоли, в том числе, взаимодействия между раковыми клетками, иммунными клетками и стромальными компонентами. Идентификация терапевтических целей посредством протеомики: использование протеомных подходов для определения новых терапевтических целей и разработки таргетных методов лечения рака. Проблемы и решения в протеомике рака: анализ данных и стандартизация, будущие направления развития протеомных технологий для диагностики и лечения онкологических заболеваний.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах на заданные темы; уметь выразить аргументированное мнение по обсуждаемым темам.

## 7. Микробиота

Микробиота кишечника и здоровье человека: роль микробиоты кишечника в пищеварении, обмене веществ, иммунной функции и общем состоянии здоровья. Дисбиоз и болезни: последствия микробного дисбаланса (дисбактериоза) при различных заболеваниях, таких как воспалительные заболевания кишечника, ожирение и аутоиммунные заболевания. Взаимодействие микробиоты и иммунной системы: двунаправленные взаимоотношения между микробиотой и иммунной системой, ее влияние на развитие иммунитета, толерантность и реакцию на патогены. Микробиота и здоровье мозга: значение оси «кишечник-мозг», влияние микробиоты кишечника на неврологические функции, поведение и психическое здоровье. Микробиота и метаболические нарушения: взаимосвязь между составом кишечной микробиоты и метаболическими заболеваниями, такими как диабет, ожирение и сердечно-сосудистые заболевания. Терапевтическое манипулирование микробиотой: стратегии модуляции состава и функции микробиоты в терапевтических целях, использование пробиотиков, пребиотиков и трансплантации фекальной микробиоты. Микробиота в раннем возрасте: формирование и развитие микробиоты в младенчестве и детстве, долгосрочные последствия для здоровья и болезней. Микробиота и старение: возрастные изменения в составе и разнообразии микробиоты, их потенциальное влияние на заболевания пожилого возраста и продолжительность жизни. Микробиота и устойчивость к антибиотикам: роль микробиоты в устойчивости к антибиотикам, распространение генов устойчивости и стратегии по смягчению воздействия на здоровье человека. Влияние окружающей среды на микробиоту: формирование состава и разнообразия микробиоты под влиянием таких факторов, как режим питания, образ жизни, лекарства и воздействие окружающей среды, а также их влияние на здоровье и болезни.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах на заданные темы; уметь выразить аргументированное мнение по обсуждаемым темам.

## 8. Генофонд: структура и анализ

Генетическая изменчивость и популяционно-генетическая частота аллелей: концепция генетической изменчивости внутри популяции, влияние частоты аллелей на генофонд. Популяционная генетика: генетические вариации и эволюционные процессы внутри популяций, генетический дрейф, естественный отбор. Генетический дрейф и эффект основателя: изучение роли случайного генетического дрейфа и эффекта основателя в

формировании генетического разнообразия внутри популяций с течением времени. Поток генов и генетическая миграция: перемещение аллелей между популяциями посредством потока генов и его влияние на генетическое разнообразие и адаптацию. Молекулярные маркеры и генетическое картирование: использование молекулярных маркеров, таких как микросателлиты и однонуклеотидные полиморфизмы (SNP), при изучении генетического разнообразия и картировании генов внутри популяций. Адаптивная эволюция и давление отбора: влияние давления отбора, например, изменений окружающей среды и естественного отбора, на генетический состав популяций с течением времени. Генетика человеческой популяции: закономерности генетических вариаций и популяционной структуры в человеческих популяциях, их значение для исследований предков, восприимчивости к болезням и персонализированной медицины.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах на заданные темы; уметь выразить аргументированное мнение по обсуждаемым темам.

#### 9. Тема 1. Глубокое обучение в поиске лекарств

Интеграция методов глубокого обучения в процесс изыскания новых лекарственных средств.

Алгоритмы глубокого обучения для обработки больших массивов генетических и молекулярных данных. Виртуальный скрининг. Предсказательное моделирование. Эффективность и безопасность разработки лекарств. Персонализированная медицина. Анализ больших массивов геномных и клинических данных для выявления закономерностей и взаимосвязей. Альтернативные методы *in silico*. Идентификация новых специфических ингибиторов. Новые препараты химического класса для лечения рака.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: объяснять и обсуждать Drug Discovery в контексте таких научных дисциплин, как биология, химия и фармакология; на основе большого массива научной литературы высказывать гипотезы и формировать суждения; обсуждать взаимосвязи и закономерности; переводить научные тексты с учетом культурного контекста и жанрово-стилевой принадлежности; трансформировать научные тексты в устной и письменной коммуникации; принимать участие в симуляции научной конференции.

#### 10. Тема 2. Дизайн и синтез

Разработка и синтез перспективных инновационных соединений как ключевые компоненты Drug Discovery.

Химическая структура кандидата в лекарственные препараты. Изучение таких факторов, как растворимость, стабильность и биодоступность. Эксперименты *in vitro* и *in vivo*, а также клинические испытания на людях. Высокопроизводительный скрининг. Компьютерное моделирование. Оптимизация процесса синтеза с учетом таких факторов, как выход, чистота и воспроизводимость. Препараты для лечения воспаления и воспалительных заболеваний. Сочетания творческого мышления, научных знаний и технического опыта.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: объяснять понятие резистентности и ее механизмы; обсуждать технологические достижения и автоматизацию; дискутировать о разработке и синтезе новых лекарственных препаратов; анализировать методы тестирования большого количества соединений на предмет их потенциального терапевтического эффекта; трансформировать научные тексты в устной и письменной коммуникации; предсказывать свойства новых лекарственных

кандидатов еще до их синтеза; переводить научные тексты с учетом культурного контекста и жанрово-стилевой принадлежности; анализировать и синтезировать научную литературу.

### 11. Тема 3. Дизайн и оптимизация

Дизайн и оптимизация при разработке лекарств: максимизация эффективности и минимизация побочных эффектов.

Молекулярная мишень. Вычислительное моделирование и геномный анализ. Химическая структура. Фармакокинетика. Токсичность. Оптимизация токсичности путем структурных изменений. Клинические испытания. Определение эффективности, безопасности и оптимального режима дозирования препарата.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: описывать молекулярную цель, химическую структуру, фармакокинетику, токсичность и клиническую эффективность кандидатов в лекарственные препараты; обсуждать любые потенциальные проблемы безопасности; описывать циклы разработки вакцин и противовирусных средств; переводить научные тексты с учетом культурного контекста и жанрово-стилевой принадлежности; трансформировать научные тексты в устной и письменной коммуникации.

### 12. Тема 4. Биологические исследования

Биологические механизмы, которые способствуют развитию конкретного заболевания или состояния. Ключевые белки или ферменты, участвующие в процессе заболевания. Высокопроизводительный скрининг. Рациональное конструирование лекарств. Доклинические испытания. Клинические испытания. Виртуальный скрининг. Борьба с SARS-CoV-2 и проблемами со здоровьем, сопровождающими COVID-19.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: описывать последовательные биологические исследования; описывать типы скрининга; трансформировать научные тексты в устной и письменной коммуникации; переводить научные тексты с учетом культурного контекста и жанрово-стилевой принадлежности.

### 13. Тема 5. Био-ИИ революция

Технологии искусственного интеллекта (AI) и машинного обучения (ML) и их применение в области биологии для решения сложных проблем. Последние достижения в области биотехнологий и то, как они способствуют разработке систем ИИ, которые могут быть использованы в поиске лекарств, редактировании генов и других областях биологии. Влияние этих технологий на развитие исследований и открытий в области медицины и здравоохранения, включая точную медицину, персонализированные методы лечения, диагностику и профилактику заболеваний. Этические и социальные последствия революции Bio-AI, включая проблемы, связанные с конфиденциальностью, правом собственности на данные и возможностью злоупотребления или нежелательных последствий. Как оценивать и интерпретировать биологические данные, такие как геномные и протеомные данные, используя ИИ и ML для составления прогнозов и моделирования биологических систем.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: эффективно передавать свои идеи, мнения и выводы, используя научный язык и терминологию; проводить обширные исследования и извлекать информацию из научной

литературы, научных баз данных и других источников для обоснования своей работы; навыки совместного обучения и междисциплинарного решения проблем.

#### 14. Тема 6. Тенденции в открытии наркотиков

Последние достижения в области открытия лекарств, включая высокопроизводительный скрининг, компьютерный дизайн лекарств и сетевую фармакологию. Новые лекарственные мишени, в том числе основанные на геномике, эпигеномике и протеомике, а также последние достижения в области персонализированной медицины и точной медицины. Современные системы доставки лекарств, включая липосомальные составы, системы на основе наночастиц и имплантаты с лекарственной фиксацией. Передовые методы разработки и оптимизации лекарств, включая комбинаторную химию, дизайн лекарств на основе фрагментов и биомиметический дизайн лекарств. Нормативно-правовая база фармацевтической разработки, включая права интеллектуальной собственности, одобрение FDA и клинические испытания. Новейшие исследования в области фармацевтики и биотехнологий, включая вакцины, биологические препараты и биоаналоги.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: анализировать и оценивать последние тенденции и достижения в области открытия лекарств и их влияние на здравоохранение, общество и окружающую среду; приобрести технические навыки, необходимые для работы с научными и техническими данными, включая поиск данных, статистический анализ и визуализацию данных; эффективно передавать результаты исследований и решать важнейшие проблемы с использованием инновационных технологий и методологий.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Английский язык для профессиональных целей. Химическая физика и функциональные материалы**

#### **Цель дисциплины:**

Сформировать способность обучающегося языковыми средствами решать коммуникативные задачи в различных ситуациях профессионального общения. Ознакомиться со стилистикой научного текста, подходами к представлению исследований, разнообразием научных жанров англоязычных статей. Развивать способность рефлексировать собственную и иноязычную культуру.

#### **Задачи дисциплины:**

Развитие навыков письма. Формирование навыков презентации научных достижений. Оценка значимости научного исследования. Умение применять правила научной этики. Освоение техник эффективных коммуникативных стратегий в письме. Формирование навыков работы над научной статьей разных жанров. Владение письменной формой научной коммуникации. Изучение стилистики научной статьи. Расширение словарного запаса и овладение профессиональным словарем по тематике «Химическая физика».

Для достижения целей и задач освоения дисциплины, обучающиеся должны овладеть иноязычной общепрофессиональной коммуникативной компетенцией, включающей в себя:

Этнографическую компетенцию: владение знаниями о стране изучаемого языка, ее истории и культуре, быте, выдающихся представителях, традициях и нравах; возможность страноведческого сравнения особенностей истории, культуры, обычаев своей и иной культур, понимание культурной специфики и способности объяснения причин и истоков той или иной характеристики культуры.

Лингвистическую компетенцию: способность в соответствии с нормами изучаемого языка правильно конструировать грамматические формы и синтаксические построения.

Социолингвистическую компетенцию (способность использовать и преобразовывать языковые формы в соответствии с ситуацией иноязычного общения).

Социокультурную компетенцию: способность учитывать в общении речевое и неречевое поведение, принятое в стране изучаемого языка.

Социальную компетенцию: способность взаимодействовать с партнерами по общению, владение соответствующими стратегиями.

Дискурсивную компетенцию: способность понять и достичь связности отдельных высказываний в значимых коммуникативных моделях.

Стратегическую компетенцию: умение пользоваться наиболее эффективными стратегиями при решении коммуникативных задач.

Предметную компетенцию: знание предметной информации при организации собственного высказывания или понимания высказывания других людей.

Предметно-профессиональную: способность оперировать знаниями в условиях реальной коммуникации с представителями изучаемой культуры, проявление эмпатии, как способности понять нормы, ценности и мотивы поведения представителей иной культуры.

Коммуникативную: способность устанавливать и налаживать контакты с представителями различных возрастных, социальных и других групп родной и иной лингвокультур, возможность быть медиатором между собственной и иноязычными культурами.

Прагматическую компетенцию: умение выбирать наиболее эффективный и целесообразный способ выражения мысли в зависимости от условий коммуникативного акта и поставленной задачи

### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- взаимосвязь, взаимовлияние и взаимодействие языка и культуры;
- роль языка как органической части культуры в жизни человека, его поведении и общении с носителями других языков и других культур, национальной самобытности и идентичность народов;
- представление о культурно-антропологическом взгляде на человека, его образ жизни, идеи, взгляды, обычаи, систему ценностей, восприятие мира – своего и чужого;
- влияние культуры посредством языка на поведение человека, его мировосприятие и жизнь в целом;
- историю возникновения, этапы развития и методы обучения межкультурной коммуникации;
- содержание понятия «культура», её роль в процессе коммуникации, а также соотношение с такими понятиями, как «социализация», «инкультурация», «аккультурация», «ассимиляция», «поведение», «язык», «идентичность», «глобальная гражданственность»;
- влияние различных социальных трансформаций на изменение культурной идентичности;
- особенности восприятия других культур, причины предрассудков и стереотипов в межкультурном взаимодействии;
- механизмы формирования межкультурной толерантности и диалога культур;
- типы, виды, формы, модели, структурные компоненты межкультурной коммуникации;

- нормы и стили межкультурной коммуникации;
- ментальные особенности и национальные обычаи представителей различных культур, культурные стандарты этнического, политического и экономического плана;
- языковую картину мира носителей иноязычной культуры, особенности их мировидения и миропонимания;
- этические и нравственные нормы поведения в инокультурной среде;
- языковые нормы культуры устного общения, этические и нравственные нормы поведения, принятые в стране изучаемого языка; стереотипы и способы их преодоления; нормы этикета стран изучаемого языка;
- методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации;
- этапы жизненного цикла проекта; этапы разработки и реализации проекта; методы разработки и управления проектами;
- методики формирования команд; методы эффективного руководства коллективами; основные теории лидерства и стили руководства;
- правила и закономерности личной и деловой устной и письменной коммуникации; современные коммуникативные технологии на русском и иностранном языках; существующие профессиональные сообщества для профессионального взаимодействия;
- закономерности и особенности социально-исторического развития различных культур; особенности межкультурного разнообразия общества; правила и технологии эффективного межкультурного взаимодействия;
- методики самооценки, самоконтроля и саморазвития.

**уметь:**

- применять методы изучения культурных систем и межкультурных ситуаций;
- воспринимать, анализировать, интерпретировать и сравнивать факты культуры;
- определять роль базовых культурных концептов в межкультурной коммуникации;
- находить адекватные решения в различных ситуациях межкультурного общения;
- анализировать особенности межкультурной коммуникации в коллективе;
- рефлексировать ориентационную систему собственной культуры;
- распознавать и правильно интерпретировать невербальные сигналы в процессе межкультурного общения;
- составлять коммуникативный портрет представителя иной лингвокультуры;
- раскрывать значение понятий и действий в межкультурной ситуации;
- анализировать совпадения и различия в коммуникативном поведении с позиций контактируемых культур;



- адекватно реализовывать свое коммуникативное намерение в общении с представителями других лингвокультур;
- переключаться при встрече с другой культурой на другие не только языковые, но и неязыковые нормы поведения;
- определять причины коммуникативных неудач и применять способы их преодоления;
- занимать позицию партнера по межкультурному общению и идентифицировать возможный конфликт как обусловленный ценностями и нормами его культуры;
- успешно преодолевать барьеры и конфликты в общении и достигать взаимопонимания;
- раскрывать взаимосвязь и взаимовлияние языка и культуры;
- толерантно относиться к представителям других культур и языков;
- анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции;
- уважительно и бережно относиться к историческому наследию и культурным традициям;
- использовать модели социальных ситуаций, типичные сценарии взаимодействия участников межкультурной коммуникации;
- руководствоваться принципами культурного релятивизма и этическими нормами, предполагающими отказ от этноцентризма и уважение своеобразия иноязычной культуры и ценностных ориентаций иноязычного социума;
- преодолевать влияние стереотипов и осуществлять межкультурный диалог в общей и профессиональной сферах общения;
- моделировать возможные ситуации общения между представителями различных культур и социумов;
- применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации;
- разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта; управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла;
- разрабатывать план групповых и организационных коммуникаций при подготовке и выполнении проекта; сформулировать задачи членам команды для достижения поставленной цели; разрабатывать командную стратегию); применять эффективные стили руководства командой для достижения поставленной цели;
- применять на практике коммуникативные технологии, методы и способы делового общения для академического и профессионального взаимодействия;

- определять теоретическое и практическое значение культурно-языкового фактора при взаимодействии различных философских и научных традиций;
- понимать и толерантно воспринимать межкультурное разнообразие общества; анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия;
- решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности; применять методики самооценки и самоконтроля.

**владеть:**

- нормами этикета и поведения при общении с представителями иноязычной культуры;
- принципами толерантности при разрешении межкультурных противоречий;
- методами коммуникативных исследований, умением применять полученные знания в научно-исследовательской деятельности, устной и письменной коммуникации;
- коммуникативными стратегиями и тактиками, характерными для иных культур;
- навыками корректного межкультурного общения, самостоятельного анализа межкультурных конфликтов в процессе общения с представителями других культур и путей их разрешения;
- умением правильной интерпретации конкретных проявлений вербального и невербального коммуникативного поведения в различных культурах;
- навыками коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия;
- навыками деятельности с ориентиром на этические и нравственные нормы поведения, принятые в инокультурном социуме;
- необходимыми интеракционными и контекстными знаниями, позволяющими преодолевать влияние стереотипов и адаптироваться к изменяющимся условиям при контакте с представителями различных культур;
- методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий;
- методиками разработки и управления проектом; методами оценки потребности в ресурсах и эффективности проекта;
- умением анализировать, проектировать и организовывать межличностные, групповые и организационные коммуникации в команде для достижения поставленной цели; методами организации и управления коллективом;
- методикой межличностного делового общения на русском и иностранном языках, с применением профессиональных языковых форм, средств и современных коммуникативных технологий;

- методами и навыками эффективного межкультурного взаимодействия;
- технологиями и навыками управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки, самоконтроля и принципов самообразования в течение всей жизни.

## **Темы и разделы курса:**

### **1. Тема 1. Стилистика и жанры научной статьи по специальности**

Особенности, характерные черты, жанры и примеры научного стиля речи. Что такое научный стиль речи, его функции и задачи. Сфера применения научного стиля. Научный стиль речи: его разновидности или подстили. Жанры научного стиля речи. Научный стиль речи: жанры собственно-научного подстиля. Жанры учебно-научного подстиля. Жанры научно-популярного подстиля. Жанры научно-информативного подстиля. Жанры научно-справочного подстиля. Научный стиль: жанры научно-технического подстиля.

### **2. Тема 2. Термины и общенаучная лексика**

Термины и общенаучная лексика по тематическим блокам: элементарные физико-химические процессы; строение химических соединений, спектроскопия; влияние внешних факторов на физико-химические превращения; кинетика и механизм химических реакций, катализ; горение, взрыв и ударные волны; динамика фазовых переходов; электрические и магнитные свойства материалов; физические методы исследования химических реакций; химическая физика биологических процессов; химическая физика экологических процессов; химическая физика полимерных материалов; химическая физика наноматериалов; динамика транспортных процессов; реакции на поверхности.

### **3. Тема 3. Специфика терминологии «Химическая физика»**

Специфика терминологической системы по темам: элементарные физико-химические процессы; строение химических соединений, спектроскопия; влияние внешних факторов на физико-химические превращения; кинетика и механизм химических реакций, катализ; горение, взрыв и ударные волны; динамика фазовых переходов; электрические и магнитные свойства материалов; физические методы исследования химических реакций; химическая физика биологических процессов; химическая физика экологических процессов; химическая физика полимерных материалов; химическая физика наноматериалов; динамика транспортных процессов; реакции на поверхности. .

### **4. Тема 4. Грамматика и синтаксис научного текста**

Грамматические формы и синтаксические конструкции научного текста в английском языке. Синтаксис научного стиля. Грамматическая специфика научных текстов на английском языке.

### **5. Тема 5. Композиция научного текста**

Понятие абзаца. Свойства абзаца: целостность, связность. Структура абзаца: тезис (topic sentence), развитие тезиса: пояснение (controlling idea) иллюстрация (illustration), заключение (conclusion).

TRIAC (Topic, Restriction, Illustration, Analysis and Conclusion). Виды абзацев: повествование (narration), описание (description), процесс (process), определение (definition), классификация (classification), иллюстрация (illustration), сравнение (comparison/contrast). EDNA (exposition, description, narration, argumentation). Эффективные и неэффективные тезисы. Определение тезиса в структуре абзаца: упражнения. Написание эффективных тезисов к абзацам разных видов: упражнения. Эффективные и неэффективные заключения. Композиция предложения.

## 6. Тема 6. Связность научного текста

Виды эссе: повествовательное (narrative), описательное (descriptive), аналитическое (analytical), аргументирующее/рассуждение (argumentative), информативное/фактографическое (expository), причинно-следственное (cause-and-effect). Отличительные особенности основной части академических эссе: аналитического, аргументирующего, информативного, причинно-следственного. Средства когезии для достижения преемственности введения и основной части, элементов основной части академических эссе. Употребление средств когезии.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Английский язык. Комбинаторика**

#### **Цель дисциплины:**

Изучение истории математики; развитие у магистрантов иноязычной компетенции для успешного взаимодействия в области изучаемой науки, способности к правильной интерпретации конкретных проявлений коммуникативного поведения в различных ситуациях профессионального контекста; практических навыков и умений в общении устного и письменного дискурса; развитие креативного и аналитического мышления для реализации проектов в области математики и информатики; преломление навыков владения английским языком к изучению и применению знаний в конкретной области науки для решения коммуникативных задач в социокультурной, академической и профессионально-деловой сферах деятельности, а также для развития профессиональных и личностных качеств выпускников магистратуры.

#### **Задачи дисциплины:**

Сформировать способность обучающегося языковыми средствами решать коммуникативные задачи в различных ситуациях профессионального и общекультурного взаимодействия, осуществлять межличностное и профессиональное общение на иностранном языке с учётом особенностей культуры изучаемого языка, а также умение преодолевать межкультурные различия в ситуациях социального и профессионального общения; развивать способность аккумулировать предметные знания и оперировать ими в иноязычной коммуникации; расширять знания в изучаемой области для глубокого понимания терминологического корпуса, области применения комбинаторики, развития, перспектив и вызовов; приобретать новые знания об основах комбинаторики.

Для достижения целей и задач освоения дисциплины, обучающиеся должны овладеть иноязычной общепрофессиональной коммуникативной компетенцией, включающей в себя:

Лингвистическую компетенцию: способность в соответствии с нормами изучаемого языка правильно конструировать грамматические формы и синтаксические построения.

Социолингвистическую компетенцию (способность использовать и преобразовывать языковые формы в соответствии с ситуацией иноязычного общения).

Социокультурную компетенцию: способность учитывать в общении речевое и неречевое поведение, принятое в стране изучаемого языка.

Социальную компетенцию: способность взаимодействовать с партнерами по общению, владение соответствующими стратегиями.

Дискурсивную компетенцию (способность понять и достичь связности отдельных высказываний в значимых коммуникативных моделях)

Стратегическую компетенцию: умение пользоваться наиболее эффективными стратегиями при решении коммуникативных задач.

Предметную компетенцию: знание предметной информации при организации собственного высказывания или понимания высказывания других людей.

Прагматическую компетенцию: умение выбирать наиболее эффективный и целесообразный способ выражения мысли в зависимости от условий коммуникативного акта и поставленной задачи.

### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- взаимосвязь, взаимовлияние и взаимодействие языка и культуры;
- роль языка как органической части культуры в жизни человека, его поведении и общении с носителями других языков и других культур, национальной самобытности и идентичность народов;
- представление о культурно-антропологическом взгляде на человека, его образ жизни, идеи, взгляды, обычаи, систему ценностей, восприятие мира – своего и чужого;
- влияние культуры посредством языка на поведение человека, его мировосприятие и жизнь в целом;
- историю возникновения, этапы развития и методы обучения межкультурной коммуникации;
- содержание понятия «культура», её роль в процессе коммуникации, а также соотношение с такими понятиями, как «социализация», «инкультурация», «аккультурация», «ассимиляция», «поведение», «язык», «идентичность», «глобальная гражданственность»;
- влияние различных социальных трансформаций на изменение культурной идентичности;
- особенности восприятия других культур, причины предрассудков и стереотипов в межкультурном взаимодействии;
- механизмы формирования межкультурной толерантности и диалога культур;
- типы, виды, формы, модели, структурные компоненты межкультурной коммуникации;
- нормы и стили межкультурной коммуникации;
- ментальные особенности и национальные обычаи представителей различных культур, культурные стандарты этнического, политического и экономического плана;
- языковую картину мира носителей иноязычной культуры, особенности их мировидения и миропонимания;

- этические и нравственные нормы поведения в инокультурной среде;
- языковые нормы культуры устного общения, этические и нравственные нормы поведения, принятые в стране изучаемого языка; стереотипы и способы их преодоления; нормы этикета стран изучаемого языка;
- методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации;
- этапы жизненного цикла проекта; этапы разработки и реализации проекта; методы разработки и управления проектами;
- методики формирования команд; методы эффективного руководства коллективами; основные теории лидерства и стили руководства;
- правила и закономерности личной и деловой устной и письменной коммуникации; современные коммуникативные технологии на русском и иностранном языках; существующие профессиональные сообщества для профессионального взаимодействия;
- закономерности и особенности социально-исторического развития различных культур; особенности межкультурного разнообразия общества; правила и технологии эффективного межкультурного взаимодействия;
- методики самооценки, самоконтроля и саморазвития.

**уметь:**

- применять методы изучения культурных систем и межкультурных ситуаций;
- воспринимать, анализировать, интерпретировать и сравнивать факты культуры;
- определять роль базовых культурных концептов в межкультурной коммуникации;
- находить адекватные решения в различных ситуациях межкультурного общения;
- анализировать особенности межкультурной коммуникации в коллективе;
- рефлексировать ориентационную систему собственной культуры;
- распознавать и правильно интерпретировать невербальные сигналы в процессе межкультурного общения;
- составлять коммуникативный портрет представителя иной лингвокультуры;
- раскрывать значение понятий и действий в межкультурной ситуации;
- анализировать совпадения и различия в коммуникативном поведении с позиций контактируемых культур;
- адекватно реализовывать свое коммуникативное намерение в общении с представителями других лингвокультур;
- переключаться при встрече с другой культурой на другие не только языковые, но и неязыковые нормы поведения;
- определять причины коммуникативных неудач и применять способы их преодоления;

- занимать позицию партнера по межкультурному общению и идентифицировать возможный конфликт как обусловленный ценностями и нормами его культуры;
- успешно преодолевать барьеры и конфликты в общении и достигать взаимопонимания;
- раскрывать взаимосвязь и взаимовлияние языка и культуры;
- толерантно относиться к представителям других культур и языков;
- анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции;
- уважительно и бережно относиться к историческому наследию и культурным традициям;
- использовать модели социальных ситуаций, типичные сценарии взаимодействия участников межкультурной коммуникации;
- руководствоваться принципами культурного релятивизма и этическими нормами, предполагающими отказ от этноцентризма и уважение своеобразия иноязычной культуры и ценностных ориентаций иноязычного социума;
- преодолевать влияние стереотипов и осуществлять межкультурный диалог в общей и профессиональной сферах общения;
- моделировать возможные ситуации общения между представителями различных культур и социумов;
- применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации;
- разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта; управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла;
- разрабатывать план групповых и организационных коммуникаций при подготовке и выполнении проекта; сформулировать задачи членам команды для достижения поставленной цели; разрабатывать командную стратегию); применять эффективные стили руководства командой для достижения поставленной цели;
- применять на практике коммуникативные технологии, методы и способы делового общения для академического и профессионального взаимодействия;
- определять теоретическое и практическое значение культурно-языкового фактора при взаимодействии различных философских и научных традиций;
- понимать и толерантно воспринимать межкультурное разнообразие общества; анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия;
- решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности; применять методики самооценки и самоконтроля.

**владеть:**



- нормами этикета и поведения при общении с представителями иноязычной культуры;
- принципами толерантности при разрешении межкультурных противоречий;
- методами коммуникативных исследований, умением применять полученные знания в научно-исследовательской деятельности, устной и письменной коммуникации;
- коммуникативными стратегиями и тактиками, характерными для иных культур;
- навыками корректного межкультурного общения, самостоятельного анализа межкультурных конфликтов в процессе общения с представителями других культур и путей их разрешения;
- умением правильной интерпретации конкретных проявлений вербального и невербального коммуникативного поведения в различных культурах;
- навыками коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия;
- навыками деятельности с ориентиром на этические и нравственные нормы поведения, принятые в инокультурном социуме;
- необходимыми интеракционными и контекстными знаниями, позволяющими преодолевать влияние стереотипов и адаптироваться к изменяющимся условиям при контакте с представителями различных культур;
- методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий;
- методиками разработки и управления проектом; методами оценки потребности в ресурсах и эффективности проекта;
- умением анализировать, проектировать и организовывать межличностные, групповые и организационные коммуникации в команде для достижения поставленной цели; методами организации и управления коллективом;
- методикой межличностного делового общения на русском и иностранном языках, с применением профессиональных языковых форм, средств и современных коммуникативных технологий;
- методами и навыками эффективного межкультурного взаимодействия;
- технологиями и навыками управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки, самоконтроля и принципов самообразования в течение всей жизни.

## **Темы и разделы курса:**

### **1. Математика как наука**

История развития математики как науки. Выдающиеся ученые и фундаментальные открытия. Связь математики с другими науками. Базовые арифметические операции. Понятие числа. История чисел. Числовые системы. Аксиомы. Логика и доказательства. Определения. Разнообразие теорий.

Коммуникативные задачи: рассуждать на тему развития математики как науки; делать сообщения о выдающихся открытиях в области математики и информатики; участвовать в ролевой игре на тему “Выдающиеся математики разных эпох”; обмениваться мнениями по поводу связи математики с другими науками; участвовать в дебатах, посвященных теме открытия или изобретения математики; оперировать основными математическими понятиями; анализировать различные системы чисел; участвовать в беседе на тему эволюции числа как базовой математической составляющей.

## 2. Научные открытия и достижения в области математики и информатики

Научно-техническая революция. Противоречивость научно-технического прогресса. Развитие информационных технологий. Естественные науки во второй половине XX – начале XXI в. Новые подходы к объяснению мира. Теория игр Джона фон Неймана. Теория множеств Жордана. Теория алгоритмов. Графические процессоры (GPU). Хранимая процедура машинного обучения в базах данных (PL/Python).

Коммуникативные задачи: участвовать в дискуссии на тему научно-технической революции; строить логические высказывания о противоречиях научно-технического прогресса; рассказывать о научных открытиях в области математики и информатики; анализировать новые подходы к объяснению мира; осуществлять поиск необходимой информации по тематике; найти и предложить группе для решения комбинаторную задачу.

## 3. Основы комбинаторики

История комбинаторики. Возможное и невозможное в комбинаторике. Базовые понятия комбинаторики. Пермутация. Перечисление комбинаций. Понятие факториала. Биномиальный коэффициент. Задачи на разбиение. Формулы. Размещения. Принцип включения и исключения. Принцип Дирихле.

Коммуникативные задачи: обсуждать и оперировать основными понятиями комбинаторики; решать кейсы/задачи по комбинаторике различного типа и объяснять их решение; в малых группах обмениваться мнениями о возможности применения того или подхода при решении комбинаторных задач; выразить аргументированное мнение при решении логической загадки на примере TED Talk Riddles; суммировать основные идеи научной статьи.

## 4. Комбинаторика и теория графов

Основные понятия теории графов. Эйлеровы графы. Гамильтоновы графы. Кратчайшие пути. Деревья. Планарные графы. Раскраска графов. Размеры графов. Комбинаторные объекты и методы их комбинирования и перестановки. Теория сетей, связность, оптимизация.

Коммуникативные задачи: участвовать в беседе по теории графов, приводить доказательство теорем по теории графов, описывать построение Эйлера цикла; в малых группах обсуждать и предлагать решение задачи почтальона для разных видов графов; формулировать в комбинаторных терминах задачи, связанные с дискретными объектами; применять основные алгоритмы дискретной оптимизации; высказываться о возможных способах декодирования шифров, решения других проблем теории информации.

## 5. Область применения комбинаторики

Связь комбинаторики с другими науки. Теория игр. Теория вероятности. Криптография. Анализ сложности различных алгоритмов. Статистическая физика. Количество комбинаций. Наборы. Образование упорядоченных множеств.

Коммуникативные задачи: обсуждать решения типовых комбинаторных задач; участвовать в “мозговом” штурме и делать устное сообщение на тему “ Область применения комбинаторики”; обмениваться мнениями о возможности расширения области применения комбинаторики; в малых группах обсудить культурную ценность комбинаторики в разных странах мира и представить свою точку зрения группе; участвовать в ролевой игре по решению комбинаторной задачи в повседневной жизни; сравнить комбинаторные методы, используемые в различных отраслях, выявить и обсудить в малых группах схожие черты и различия.

#### 6. Производящие функции

Числа Фибоначчи, определение и обозначение. Золотое сечение. Числа Каталана, рекуррентная и явная формулы. Приложения: правильные скобочные последовательности, количество триангуляций выпуклого многоугольника, количество способов соединения точек на окружности непересекающимися хордам.

Коммуникативные задачи: аргументированно объяснить значимость чисел Фибоначчи и золотого сечения в различных сферах жизнедеятельности человека (кибернетика, информатика, техника, архитектура, искусство, биология); участвовать в обсуждении темы; формулировать вопросы по существу обсуждаемой проблемы.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Английский язык. Лидерство в науке, индустрии и образовании**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование и развитие социальных, деловых, культурных и профессионально-ориентированных коммуникативных компетенций по общеевропейской шкале уровней владения иностранными языками для решения коммуникативных задач в социокультурной, академической и профессионально-деловой сферах деятельности, а также для развития профессиональных и личностных качеств выпускников магистратуры.

#### **Задачи дисциплины:**

Сформировать способность обучающегося языковыми средствами решать коммуникативные задачи в различных ситуациях межкультурного общения, осуществлять межличностное и профессиональное общение на иностранном языке с учётом особенностей культуры изучаемого языка, а также умение преодолевать межкультурные различия в ситуациях в ситуациях социального и профессионального общения. Для достижения целей и задач освоения дисциплины, обучающиеся должны овладеть иноязычной общепрофессиональной коммуникативной компетенцией, включающей в себя:

Лингвистическую компетенцию: способность в соответствии с нормами изучаемого языка правильно конструировать грамматические формы и синтаксические построения.

Социолингвистическую компетенцию (способность использовать и преобразовывать языковые формы в соответствии с ситуацией иноязычного общения).

Социокультурную компетенцию: способность учитывать в общении речевое и неречевое поведение, принятое в стране изучаемого языка.

Социальную компетенцию: способность взаимодействовать с партнерами по общению, владение соответствующими стратегиями.

Дискурсивную компетенцию (способность понять и достичь связности отдельных высказываний в значимых коммуникативных моделях)

Стратегическую компетенцию: умение пользоваться наиболее эффективными стратегиями при решении коммуникативных задач.

Предметную компетенцию: знание предметной информации при организации собственного высказывания или понимания высказывания других людей.

Прагматическую компетенцию: умение выбирать наиболее эффективный и целесообразный способ выражения мысли в зависимости от условий коммуникативного акта и поставленной задачи.

### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- методы системного и критического анализа;
- методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации;
- этапы жизненного цикла проекта;
- этапы разработки и реализации проекта; методы разработки и управления проектами;
- методики формирования команд;
- методы эффективного руководства коллективами, характеристику коммуникативного поведения в процессе межкультурной коммуникации;
- основные теории лидерства и стили руководства;
- правила и закономерности личной и деловой иноязычной устной и письменной коммуникации;
- современные коммуникативные технологии на русском и иностранном языках, культурно обусловленные особенности общения в процессе межкультурной коммуникации;
- существующие профессиональные сообщества для профессионального взаимодействия;
- закономерности и особенности социально-исторического развития различных культур;
- особенности межкультурного разнообразия общества;
- правила и технологии эффективного межкультурного взаимодействия; методики самооценки, самоконтроля и саморазвития.

#### **уметь:**

- применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций;
- осуществлять поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации и разрабатывать стратегию действий для достижения поставленной цели, принимать конкретные решения для ее реализации, используя навыки иноязычной устной и письменной речи;
- оценивать влияние принятых решений на внешнее окружение планируемой деятельности и взаимоотношения участников этой деятельности;
- разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ;

- формулировать цели и задачи, актуальность, значимость, связанные с подготовкой и реализацией проекта, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения, используя навыки иноязычной устной и письменной речи;
- управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла;
- организовать и координировать работу с учетом разнообразия культур участников проекта;
- разрабатывать план групповых и организационных коммуникаций при подготовке и выполнении проекта;
- сформулировать задачи членам команды для достижения поставленной цели; разрабатывать командную стратегию, используя навыки иноязычной устной и письменной речи;
- применять эффективные стили руководства командой для достижения поставленной цели;
- обмениваться деловой информацией в устной и письменной формах на изучаемом языке;
- представлять результаты академической, научной и профессиональной деятельности на различных мероприятиях, включая международные;
- применять на практике коммуникативные технологии, методы и способы делового общения для академического и профессионального взаимодействия;
- выявлять специфику философских и научных традиций основных мировых культур, понимать и толерантно воспринимать межкультурное разнообразие общества;
- анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия;
- решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности;
- применять методики самооценки и самоконтроля; применять методики, позволяющие улучшить и сохранить здоровье в процессе жизнедеятельности.

**Владеть:**

- методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций;
- методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий, используя навыки иноязычной устной и письменной речи;
- методиками разработки и управления проектом, прогнозирования результатов деятельности, используя навыки иноязычной устной и письменной речи;
- методами оценки потребности в ресурсах и эффективности проекта, используя навыки иноязычной устной и письменной речи;
- умением анализировать, проектировать и организовывать межличностные, групповые и организационные коммуникации в команде для достижения поставленной цели;
- методами организации и управления коллективом, применяя навыки межкультурного взаимодействия на изучаемом языке;

- методикой межличностного делового общения на изучаемом языке, с применением профессиональных языковых форм, средств и современных коммуникативных технологий для академического, научного и профессионального взаимодействия;
- методами и навыками эффективного межкультурного взаимодействия;
- навыками, необходимыми для написания письменного перевода и редактирования различных академических текстов (рефератов, эссе, обзоров, статей и т.д.);
- способностью определять теоритическое и практическое значение культурно-язычного фактора при взаимодействии различных философских и научных традиций;
- технологиями и навыками управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки, самоконтроля и принципов самообразования в течение всей жизни.

### **Темы и разделы курса:**

#### **1. Тема 1. Новая реальность концепции лидерства**

Лидерство в современном обществе, науке, индустрии, образовании. Современные концепции лидерства. Типы лидерства и личностные характеристики лидера. Технологии лидерства. Команда как социальная группа. Принципы командообразования, роли и задачи внутри команды. Роль лидера в команде, лидерская коммуникация. Эффективные и дисфункциональные модели лидерской коммуникации. Организация межличностных, групповых и организационных коммуникаций в команде. Команда и мотивация, обратная связь.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах:

обсуждать основные принципы работы в команде; дискутировать об эффективном командном взаимодействии; приводить аргументы определения «командного духа»; сотрудничать, кооперироваться, выражать свою точку зрения, конструктивно преодолевать разногласия, использовать потенциал группы и достигать коллективных результатов работы; использовать методы коммуникативного общения и значительно увеличивать эффективность работы многонациональной команды; устанавливать наиболее эффективные правила коммуникации при взаимодействии с командой; задавать уточняющие вопросы, подводя собеседника к своему мнению; проводить интервью, выстраивая систему эффективного взаимодействия при обсуждении заданной темы; выступать посредником при возникновении разногласий и успешно их решать; создавать вокруг себя атмосферу дружелюбности и открытости; убедительно излагать суждение и влиять на мнение собеседника; распознавать потребности и интересы собеседника и отталкиваться от них в процессе диалога.

#### **2. Тема 2. Феномен научного лидерства в современном мире**

Научное лидерство и его исторические трансформации. Научный потенциал и лидерство в науке. Коммуникативная природа лидерства в науке, как специфическая модель. Мировые лидеры в области науки и технологий. Программа стратегического академического лидерства «Приоритет 2030» - лидерство в создании нового научного знания. Цели программы. Задачи программы. Приоритеты программы.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах:

описывать и обсуждать эффективные модели лидерской коммуникации; дискутировать об условиях, способствующих конкурентоспособности и научному лидерству; аргументировать выбор эффективных приемов в научной коммуникации; обсуждать их особенности; обсуждать основные характеристики выбранного приема; оценивать модели лидерской коммуникации и эффективные приемы в научной коммуникации; описывать и обсуждать цели, задачи и приоритеты программы академического лидерства; описывать этапы исследовательского проекта.

### 3. Тема 3. Лидерство в образовании, науке и индустрии

Успешная карьера в университете. Программа «Лидеры России». Программа «Школа ректоров». Разработка стратегических планов развития университета. Связь науки, технологий и образования в университетах. Кадровый резерв. Исследовательское лидерство. Создание научных школ. Научные проекты в образовании. Проект МФТИ «Таланты в регионах». Институт наставничества в науке, образовании, предпринимательстве. Практики научного, образовательного и корпоративного волонтерства.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах:

обсуждать принципы современного научного лидерства, функции и компетенции лидера в образовании, науке, индустрии; дискутировать об ответственности за результаты и последствия своей научной деятельности; приводить аргументы определения «научная этика»; координировать усилия всех участников проекта (команды, рабочей группы), делегировать полномочия; прогнозировать возможное развитие технологической системы с точки зрения влияния технологий на общество; раскрывать взаимосвязь между стилем руководства на эффективность внедрения инноваций; анализировать итоги реализации масштабных проектов в сфере науки и образования и их влияние на научно-технологическое развитие страны; определять условия раскрытия лидерского потенциала; использовать эффективные стратегии коммуникативного поведения лидера в науке, образовании и индустрии.

### 4. Тема 4. Научные, образовательные и научно-технические проекты

Особенности команды научного, образовательного, научно-технического проекта. Профессиональная коммуникация в проектной команде. Цели, задачи, содержание, основные требования к реализации проекта, ожидаемые результаты; научная, научно-техническая и практическая ценность. Возможности и решения, необходимые ресурсы для реализации проекта.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах:

обсуждать этапы реализации научного-технологического и бизнес-проекта; дискутировать о принципах распределения ролей в проектной команде; формировать команду на основе общей профессиональной траектории на основе принципов командообразования; создавать групповой проект с учетом жанровых особенностей плана исследования, бизнес-плана, технологического решения и др.; высказывать аргументы в пользу выбора того или иного совместного рабочего пространства; распознавать адекватные стратегии межличностной коммуникации в команде и использовать их при подготовке группового проекта; оказывать убеждающее воздействие на членов команды; приводить рациональные доводы в защиту своей позиции; вести дискуссию, основанную на принципах экологичного общения:



адекватно выражать согласие и несогласие, использовать эффективные стратегии взаимодействия с недружелюбной аудиторией, создавать продуктивную рабочую атмосферу, избегая конфликтов и разногласий; осуществлять выбор подходящего способа представления проекта; защищать проект, оказывая вербальное и невербальное воздействие на экспертов и представителей широкой аудитории; обосновывать актуальность, теоретическую, практическую, социальную значимость проекта, его инвестиционную привлекательность и конкурентные преимущества.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Английский язык. Межкультурная коммуникация**

#### **Цель дисциплины:**

Изучение культуры различных стран; формирование культуры мышления, общения и речи, иноязычной коммуникативной компетенции, как основы межкультурного и уважительного отношения к духовным, национальным, иным ценностям других стран и народов; развитие у магистрантов культурной восприимчивости, способности к правильной интерпретации конкретных проявлений коммуникативного поведения в различных ситуациях межкультурных контактов практических навыков и умений в общении с представителями других культур, способности к правильной интерпретации конкретных проявлений коммуникативного поведения и толерантного отношения к нему; овладение необходимым и достаточным уровнем межкультурного взаимодействия для решения коммуникативных и социальных задач в различных областях культурной, повседневной, академической и профессиональной деятельности, в общении с представителями других культур.

#### **Задачи дисциплины:**

Сформировать способность обучающегося языковыми средствами решать коммуникативные задачи в различных ситуациях межкультурного общения, осуществлять межличностное и профессиональное общение на иностранном языке с учётом особенностей культуры изучаемого языка, а также умение преодолевать межкультурные различия в ситуациях в ситуациях общебытового, социального и профессионального общения; развивать способность рефлексировать собственную и иноязычную культуру, что изначально подготавливает к благожелательному отношению к проявлениям культуры изучаемого языка; расширять знания о соответствующей культуре для глубокого понимания диахронических и синхронических отношений между собственной и культурой изучаемого языка; приобретать новые знания об условиях социализации и инкультурации в собственной и иноязычной культуре, о социальной стратификации, социокультурных формах взаимодействия, принятых в общающихся культурах.

Для достижения целей и задач освоения дисциплины, обучающиеся должны овладеть иноязычной общепрофессиональной коммуникативной компетенцией, включающей в себя:

Этнографическую компетенцию: владение знаниями о стране изучаемого языка, ее истории и культуре, быте, выдающихся представителях, традициях и нравах; возможность страноведческого сравнения особенностей истории, культуры, обычаев своей и иной

культур, понимание культурной специфики и способности объяснения причин и истоков той или иной характеристики культуры.

Лингвистическую компетенцию: способность в соответствии с нормами изучаемого языка правильно конструировать грамматические формы и синтаксические построения.

Социолингвистическую компетенцию (способность использовать и преобразовывать языковые формы в соответствии с ситуацией иноязычного общения).

Социокультурную компетенцию: способность учитывать в общении речевое и неречевое поведение, принятое в стране изучаемого языка.

Социальную компетенцию: способность взаимодействовать с партнерами по общению, владение соответствующими стратегиями.

Дискурсивную компетенцию: способность понять и достичь связности отдельных высказываний в значимых коммуникативных моделях.

Стратегическую компетенцию: умение пользоваться наиболее эффективными стратегиями при решении коммуникативных задач.

Предметную компетенцию: знание предметной информации при организации собственного высказывания или понимания высказывания других людей.

Предметно-профессиональную: способность оперировать знаниями в условиях реальной коммуникации с представителями изучаемой культуры, проявление эмпатии, как способности понять нормы, ценности и мотивы поведения представителей иной культуры.

Коммуникативную: способность устанавливать и налаживать контакты с представителями различных возрастных, социальных и других групп родной и иной лингвокультур, возможность быть медиатором между собственной и иноязычными культурами.

Прагматическую компетенцию: умение выбирать наиболее эффективный и целесообразный способ выражения мысли в зависимости от условий коммуникативного акта и поставленной задачи

### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- взаимосвязь, взаимовлияние и взаимодействие языка и культуры;
- роль языка как органической части культуры в жизни человека, его поведении и общении с носителями других языков и других культур, национальной самобытности и идентичность народов;
- представление о культурно-антропологическом взгляде на человека, его образ жизни, идеи, взгляды, обычаи, систему ценностей, восприятие мира – своего и чужого;
- влияние культуры посредством языка на поведение человека, его мировосприятие и жизнь в целом;
- историю возникновения, этапы развития и методы обучения межкультурной коммуникации;

- содержание понятия «культура», её роль в процессе коммуникации, а также соотношение с такими понятиями, как «социализация», «инкультурация», «аккультурация», «ассимиляция», «поведение», «язык», «идентичность», «глобальная гражданственность»;
- влияние различных социальных трансформаций на изменение культурной идентичности;
- особенности восприятия других культур, причины предрассудков и стереотипов в межкультурном взаимодействии;
- механизмы формирования межкультурной толерантности и диалога культур;
- типы, виды, формы, модели, структурные компоненты межкультурной коммуникации;
- нормы и стили межкультурной коммуникации;
- ментальные особенности и национальные обычаи представителей различных культур, культурные стандарты этнического, политического и экономического плана;
- языковую картину мира носителей иноязычной культуры, особенности их мировидения и миропонимания;
- этические и нравственные нормы поведения в инокультурной среде;
- языковые нормы культуры устного общения, этические и нравственные нормы поведения, принятые в стране изучаемого языка; стереотипы и способы их преодоления; нормы этикета стран изучаемого языка;
- методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации;
- этапы жизненного цикла проекта; этапы разработки и реализации проекта; методы разработки и управления проектами;
- методики формирования команд; методы эффективного руководства коллективами; основные теории лидерства и стили руководства;
- правила и закономерности личной и деловой устной и письменной коммуникации; современные коммуникативные технологии на русском и иностранном языках; существующие профессиональные сообщества для профессионального взаимодействия;
- закономерности и особенности социально-исторического развития различных культур; особенности межкультурного разнообразия общества; правила и технологии эффективного межкультурного взаимодействия;
- методики самооценки, самоконтроля и саморазвития.

**уметь:**

- применять методы изучения культурных систем и межкультурных ситуаций;
- воспринимать, анализировать, интерпретировать и сравнивать факты культуры;
- определять роль базовых культурных концептов в межкультурной коммуникации;

- находить адекватные решения в различных ситуациях межкультурного общения;
- анализировать особенности межкультурной коммуникации в коллективе;
- рефлексировать ориентационную систему собственной культуры;
- распознавать и правильно интерпретировать невербальные сигналы в процессе межкультурного общения;
- составлять коммуникативный портрет представителя иной лингвокультуры;
- раскрывать значение понятий и действий в межкультурной ситуации;
- анализировать совпадения и различия в коммуникативном поведении с позиций контактируемых культур;
- адекватно реализовывать свое коммуникативное намерение в общении с представителями других лингвокультур;
- переключаться при встрече с другой культурой на другие не только языковые, но и неязыковые нормы поведения;
- определять причины коммуникативных неудач и применять способы их преодоления;
- занимать позицию партнера по межкультурному общению и идентифицировать возможный конфликт как обусловленный ценностями и нормами его культуры;
- успешно преодолевать барьеры и конфликты в общении и достигать взаимопонимания;
- раскрывать взаимосвязь и взаимовлияние языка и культуры;
- толерантно относиться к представителям других культур и языков;
- анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции;
- уважительно и бережно относиться к историческому наследию и культурным традициям;
- использовать модели социальных ситуаций, типичные сценарии взаимодействия участников межкультурной коммуникации;
- руководствоваться принципами культурного релятивизма и этическими нормами, предполагающими отказ от этноцентризма и уважение своеобразия иноязычной культуры и ценностных ориентаций иноязычного социума;
- преодолевать влияние стереотипов и осуществлять межкультурный диалог в общей и профессиональной сферах общения;
- моделировать возможные ситуации общения между представителями различных культур и социумов;
- применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации;

- разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта; управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла;
- разрабатывать план групповых и организационных коммуникаций при подготовке и выполнении проекта; сформулировать задачи членам команды для достижения поставленной цели; разрабатывать командную стратегию); применять эффективные стили руководства командой для достижения поставленной цели;
- применять на практике коммуникативные технологии, методы и способы делового общения для академического и профессионального взаимодействия;
- определять теоретическое и практическое значение культурно-языкового фактора при взаимодействии различных философских и научных традиций;
- понимать и толерантно воспринимать межкультурное разнообразие общества; анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия;
- решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности; применять методики самооценки и самоконтроля.

**владеть:**

- нормами этикета и поведения при общении с представителями иноязычной культуры;
- принципами толерантности при разрешении межкультурных противоречий;
- методами коммуникативных исследований, умением применять полученные знания в научно-исследовательской деятельности, устной и письменной коммуникации;
- коммуникативными стратегиями и тактиками, характерными для иных культур;
- навыками корректного межкультурного общения, самостоятельного анализа межкультурных конфликтов в процессе общения с представителями других культур и путей их разрешения;
- умением правильной интерпретации конкретных проявлений вербального и невербального коммуникативного поведения в различных культурах;
- навыками коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия;
- навыками деятельности с ориентиром на этические и нравственные нормы поведения, принятые в инокультурном социуме;
- необходимыми интеракционными и контекстными знаниями, позволяющими преодолевать влияние стереотипов и адаптироваться к изменяющимся условиям при контакте с представителями различных культур;

- методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий;
- методиками разработки и управления проектом; методами оценки потребности в ресурсах и эффективности проекта;
- умением анализировать, проектировать и организовывать межличностные, групповые и организационные коммуникации в команде для достижения поставленной цели; методами организации и управления коллективом;
- методикой межличностного делового общения на русском и иностранном языках, с применением профессиональных языковых форм, средств и современных коммуникативных технологий;
- методами и навыками эффективного межкультурного взаимодействия;
- технологиями и навыками управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки, самоконтроля и принципов самообразования в течение всей жизни.

## **Темы и разделы курса:**

### **1. Тема 1. Культура и язык**

Основополагающие принципы межкультурной коммуникации и диалога культур. Культурная картина мира: представление о ценностях, нормах, нравах собственной культуры и культур других народов. Типы отношений между культурами. Языковая система. Коммуникативная функция языка. Различные формы языкового общения. Человеческая речь как средство передачи и получения основной массы жизненно важной информации. Соотношение человеческой речи и языковой системы в целом. Значение языка в культуре народов. Язык как специфическое средство хранения и передачи информации, а также управления человеческим поведением. Взаимосвязь языка, культуры и коммуникации. Культура языка, коммуникации языковой личности, идентичность, стереотипы сознания, картины мира и др.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: объяснять ценности, этические нормы своей культуры и нормы других культур; обсуждать особенности и типы отношений между культурами; обсуждать важность учета различий средств передачи информации, коммуникативных стилей, присущих другим культурам; высказывать гипотезы и свою точку зрения о взаимодействии языка и культуры.

### **2. Тема 2. Типология культур**

Основополагающие принципы межкультурной коммуникации и диалога культур. Культурная картина мира: представление о ценностях, нормах, нравах собственной культуры и культур других народов. Типы отношений между культурами. Параметрическая модель культуры Г. Хофстеде. Теория культурных стандартов А. Томаса. Дифференциации культур по Р. Льюису и Ф. Тромпенаарсу. Стереотипы восприятия, предрассудки и их функции, значение для межкультурной коммуникации. Толерантность в межкультурной коммуникации.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: объяснять отличия в типах культур; дискутировать об особенностях культурных стандартов, моделей, концепций; описывать ценности, нормы, нравы собственной культуры и культур других народов; анализировать совпадения и различия в коммуникативном поведении с позиций контактируемых культур; занимать позицию партнера по межкультурному общению и идентифицировать возможный конфликт как обусловленный ценностями и нормами его культуры; обсуждать возможные проблемы общения с представителем иной культуры и пути их разрешения в процессе анализа кейсов.

### 3. Тема 3. Сущность и виды межкультурной коммуникации

Существующие культурные различия между разными людьми. Преодоление межкультурных различий как главная цель общения людей. Когнитивные, социальные и коммуникационные стили межкультурной коммуникации. Вербальная и невербальная коммуникация. Формы и способы вербальной, невербальной коммуникации. Паравербальная коммуникация. Национально-культурные особенности вербального и невербального коммуникативного поведения в разных культурах.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: описывать события, концепты (пространство, время, личность, быт и др.) с точки зрения своей и иноязычной культуры; обсуждать средства вербальной и невербальной межкультурной коммуникации; находить сходства и различия в способах межкультурной коммуникации, типичных для иноязычной и своей культуры; моделировать особенности коммуникативного поведения представителей своей и иной культур в ролевой игре.

### 4. Тема 4. Межкультурная научная коммуникация

Формы научной и межкультурной коммуникации: устная, письменная, формальная, неформальная. Научная коммуникация: межкультурный аспект. Межкультурная научная коммуникация и проблемы перевода. Научный текст как предметно-знаковая модель в монокультурной и межкультурной среде. Возникающие трудности и противоречия при восприятии и понимании иноязычных текстов.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: описывать сходства и отличия в иноязычной и родной научной коммуникации; использовать культурные стандарты в ситуациях устной и письменной межкультурной научной коммуникации; трансформировать научные тексты (из устной речи в письменную, из официально-делового стиля в разговорный и т.д.); переводить научные тексты с учетом культурного контекста и жанрово-стилевой принадлежности.

### 5. Тема 5. Международная академическая мобильность

Академическая мобильность как инструмент межкультурной коммуникации. Значение межкультурной коммуникации для академической мобильности. Особенности социальной и академической адаптации в условиях академической мобильности. Межкультурная коммуникация и коммуникативная компетенция в процессе академической мобильности.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: обсуждать преимущества международной академической мобильности; приводить примеры академической мобильности в иноязычной и родной культуре; решать проблемные вопросы, связанные с культурной адаптацией в международной академической среде; участвовать в ролевой игре по типичным ситуациям международной академической мобильности.



## 6. Тема 6. Межкультурная коммуникация в бизнесе

Особенности этикета и делового общения разных стран. Общие принципы делового этикета. Национальные особенности деловых переговоров. Сравнение этикета деловых переговоров. Европейский и азиатский стили общения. Общие особенности делового этикета в азиатских странах. Влияния различных культурных факторов на развитие бизнеса компаний, планирующих выход на зарубежные рынки. Коммуникативные стратегии для достижения взаимопонимания в международном бизнесе. Работа с китайскими партнерами. Знание культурных особенностей как конкурентное преимущество. Участие в международных проектах и программах. Работа в международной команде.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: описывать корпоративные культуры, нормы делового этикета и поведения, принятые в родной и другой стране; решать типичные проблемные ситуации в межкультурном деловом общении; использовать эффективные стратегии межличностного общения в межкультурном деловом общении; писать деловое электронное письмо зарубежному партнеру с учетом его культурной принадлежности; вести переговоры с представителями иной лингвокультуры.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Английский язык. Основы искусственного интеллекта в современной науке**

#### **Цель дисциплины:**

Изучить основные направления развития искусственного интеллекта как перспективного раздела науки о данных: методы интеллектуального анализа больших данных, методы машинного обучения, методы представления и первичной обработки данных, термины, возможности, ограничения и технологии, применение методов искусственного интеллекта в научных исследованиях и иных сферах человеческой деятельности.

#### **Задачи дисциплины:**

Сформировать способность обучающегося языковыми средствами решать коммуникативные задачи в профессиональном межкультурном общении, осуществлять межличностное и профессиональное общение на иностранном языке с учётом особенностей культуры изучаемого языка, а также умение преодолевать межкультурные различия в ситуациях социального и профессионального общения; научить владеть специализированной лексикой, понимать и описывать ситуации применения искусственного интеллекта в различных областях знаний таких как: государственное управление, образование, здравоохранение, наука, транспорт, промышленность, коммерция; необходимость его использования и развития.

Для достижения целей и задач освоения дисциплины, обучающиеся должны овладеть иноязычной общепрофессиональной коммуникативной компетенцией, включающей в себя:

Этнографическую компетенцию: владение знаниями о стране изучаемого языка, ее истории и культуре, быте, выдающихся представителях, традициях и нравах; возможность страноведческого сравнения особенностей истории, культуры, обычаев своей и иной культур, понимание культурной специфики и способности объяснения причин и истоков той или иной характеристики культуры.

Лингвистическую компетенцию: способность в соответствии с нормами изучаемого языка правильно конструировать грамматические формы и синтаксические построения.

Социолингвистическую компетенцию (способность использовать и преобразовывать языковые формы в соответствии с ситуацией иноязычного общения).

Социокультурную компетенцию: способность учитывать в общении речевое и неречевое поведение, принятое в стране изучаемого языка.

Социальную компетенцию: способность взаимодействовать с партнерами по общению, владение соответствующими стратегиями.

Дискурсивную компетенцию: способность понять и достичь связности отдельных высказываний в значимых коммуникативных моделях.

Стратегическую компетенцию: умение пользоваться наиболее эффективными стратегиями при решении коммуникативных задач.

Предметную компетенцию: знание предметной информации при организации собственного высказывания или понимания высказывания других людей.

Предметно-профессиональную: способность оперировать знаниями в условиях реальной коммуникации с представителями изучаемой культуры, проявление эмпатии, как способности понять нормы, ценности и мотивы поведения представителей иной культуры.

Коммуникативную: способность устанавливать и налаживать контакты с представителями различных возрастных, социальных и других групп родной и иной лингвокультур, возможность быть медиатором между собственной и иноязычными культурами.

Прагматическую компетенцию: умение выбирать наиболее эффективный и целесообразный способ выражения мысли в зависимости от условий коммуникативного акта и поставленной задачи

### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

**знать:**

- взаимосвязь, взаимовлияние и взаимодействие языка и культуры;
- роль языка как органической части культуры в жизни человека, его поведении и общении с носителями других языков и других культур, национальной самобытности и идентичность народов;
- представление о культурно-антропологическом взгляде на человека, его образ жизни, идеи, взгляды, обычаи, систему ценностей, восприятие мира – своего и чужого;
- влияние культуры посредством языка на поведение человека, его мировосприятие и жизнь в целом;
- историю возникновения, этапы развития и методы обучения межкультурной коммуникации;
- содержание понятия «культура», её роль в процессе коммуникации, а также соотношение с такими понятиями, как «социализация», «инкультурация», «аккультурация», «ассимиляция», «поведение», «язык», «идентичность», «глобальная гражданственность»;
- влияние различных социальных трансформаций на изменение культурной идентичности;
- особенности восприятия других культур, причины предрассудков и стереотипов в межкультурном взаимодействии;
- механизмы формирования межкультурной толерантности и диалога культур;

- типы, виды, формы, модели, структурные компоненты межкультурной коммуникации;
- нормы и стили межкультурной коммуникации;
- ментальные особенности и национальные обычаи представителей различных культур, культурные стандарты этнического, политического и экономического плана;
- языковую картину мира носителей иноязычной культуры, особенности их мировидения и миропонимания;
- этические и нравственные нормы поведения в инокультурной среде;
- языковые нормы культуры устного общения, этические и нравственные нормы поведения, принятые в стране изучаемого языка; стереотипы и способы их преодоления; нормы этикета стран изучаемого языка;
- методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации;
- этапы жизненного цикла проекта; этапы разработки и реализации проекта; методы разработки и управления проектами;
- методики формирования команд; методы эффективного руководства коллективами; основные теории лидерства и стили руководства;
- правила и закономерности личной и деловой устной и письменной коммуникации; современные коммуникативные технологии на русском и иностранном языках; существующие профессиональные сообщества для профессионального взаимодействия;
- закономерности и особенности социально-исторического развития различных культур; особенности межкультурного разнообразия общества; правила и технологии эффективного межкультурного взаимодействия;
- методики самооценки, самоконтроля и саморазвития.

**уметь:**

- применять методы изучения культурных систем и межкультурных ситуаций;
- воспринимать, анализировать, интерпретировать и сравнивать факты культуры;
- определять роль базовых культурных концептов в межкультурной коммуникации;
- находить адекватные решения в различных ситуациях межкультурного общения;
- анализировать особенности межкультурной коммуникации в коллективе;
- рефлексировать ориентационную систему собственной культуры;
- распознавать и правильно интерпретировать невербальные сигналы в процессе межкультурного общения;
- составлять коммуникативный портрет представителя иной лингвокультуры;
- раскрывать значение понятий и действий в межкультурной ситуации;

- анализировать совпадения и различия в коммуникативном поведении с позиций контактируемых культур;
- адекватно реализовывать свое коммуникативное намерение в общении с представителями других лингвокультур;
- переключаться при встрече с другой культурой на другие не только языковые, но и неязыковые нормы поведения;
- определять причины коммуникативных неудач и применять способы их преодоления;
- занимать позицию партнера по межкультурному общению и идентифицировать возможный конфликт как обусловленный ценностями и нормами его культуры;
- успешно преодолевать барьеры и конфликты в общении и достигать взаимопонимания;
- раскрывать взаимосвязь и взаимовлияние языка и культуры;
- толерантно относиться к представителям других культур и языков;
- анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции;
- уважительно и бережно относиться к историческому наследию и культурным традициям;
- использовать модели социальных ситуаций, типичные сценарии взаимодействия участников межкультурной коммуникации;
- руководствоваться принципами культурного релятивизма и этическими нормами, предполагающими отказ от этноцентризма и уважение своеобразия иноязычной культуры и ценностных ориентаций иноязычного социума;
- преодолевать влияние стереотипов и осуществлять межкультурный диалог в общей и профессиональной сферах общения;
- моделировать возможные ситуации общения между представителями различных культур и социумов;
- применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации;
- разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта; управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла;
- разрабатывать план групповых и организационных коммуникаций при подготовке и выполнении проекта; сформулировать задачи членам команды для достижения поставленной цели; разрабатывать командную стратегию); применять эффективные стили руководства командой для достижения поставленной цели;

- применять на практике коммуникативные технологии, методы и способы делового общения для академического и профессионального взаимодействия;
- определять теоретическое и практическое значение культурно-языкового фактора при взаимодействии различных философских и научных традиций;
- понимать и толерантно воспринимать межкультурное разнообразие общества; анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия;
- решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности; применять методики самооценки и самоконтроля.

**владеть:**

- нормами этикета и поведения при общении с представителями иноязычной культуры;
- принципами толерантности при разрешении межкультурных противоречий;
- методами коммуникативных исследований, умением применять полученные знания в научно-исследовательской деятельности, устной и письменной коммуникации;
- коммуникативными стратегиями и тактиками, характерными для иных культур;
- навыками корректного межкультурного общения, самостоятельного анализа межкультурных конфликтов в процессе общения с представителями других культур и путей их разрешения;
- умением правильной интерпретации конкретных проявлений вербального и невербального коммуникативного поведения в различных культурах;
- навыками коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия;
- навыками деятельности с ориентиром на этические и нравственные нормы поведения, принятые в инокультурном социуме;
- необходимыми интеракционными и контекстными знаниями, позволяющими преодолевать влияние стереотипов и адаптироваться к изменяющимся условиям при контакте с представителями различных культур;
- методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий;
- методиками разработки и управления проектом; методами оценки потребности в ресурсах и эффективности проекта;
- умением анализировать, проектировать и организовывать межличностные, групповые и организационные коммуникации в команде для достижения поставленной цели; методами организации и управления коллективом;

- методикой межличностного делового общения на русском и иностранном языках, с применением профессиональных языковых форм, средств и современных коммуникативных технологий;
- методами и навыками эффективного межкультурного взаимодействия;
- технологиями и навыками управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки, самоконтроля и принципов самообразования в течение всей жизни.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Тема 1. История возникновения науки об искусственном интеллекте

История возникновения термина "Искусственный интеллект". Искусственный интеллект и междисциплинарные исследования. Два направления искусственного интеллекта: чистый (нисходящий) и грязный (восходящий).

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: объяснять этические принципы искусственного интеллекта; обсуждать направления развития искусственного интеллекта и его роль в междисциплинарных исследованиях.

#### 2. Тема 2. Подходы к построению искусственного интеллекта

Интуитивный подход и тест Тьюринга. Символьный и логический подходы. Агентный подход, МАС и роевой интеллект. Гибридный подход. Слабый и сильный искусственный интеллект.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: объяснять отличия в подходах; дискутировать об особенностях подходов к построению искусственного интеллекта; анализировать развитие подходов, ситуативные кейсы.

#### 3. Тема 3. Философия искусственного интеллекта

Некоторые успешные проекты, реализующие возможности искусственного интеллекта. Философия искусственного интеллекта (Китайская комната)

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: описывать истоки возникновения искусственного интеллекта, основные положения его философии; моделировать особенности развития искусственного интеллекта в эссе «Как искусственный интеллект изменит нашу жизнь».

#### 4. Тема 4. Прикладные области деятельности для искусственного интеллекта

Экспертные системы и СППР. Распознавание образов. Чат-боты. Творчество. Автономные автомобили. Роботы и аватары.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: описывать области практического применения искусственного интеллекта; трансформировать научные тексты (из устной речи в письменную, из научного и научно-публицистического стиля в разговорный и т.д.); переводить научные тексты с учетом культурного контекста и жанрово-стилевой принадлежности.

## 5. Тема 5. Сферы жизни и искусственный интеллект

Искусственный интеллект и государственное управление. Искусственный интеллект и безопасность. Искусственный интеллект и транспорт. Искусственный интеллект и промышленность. Искусственный интеллект и образование. Искусственный интеллект и наука. Искусственный интеллект и здравоохранение. Искусственный интеллект и культура. Искусственный интеллект и развитие новых отраслей.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: обсуждать применение искусственного интеллекта в разных отраслях экономики и научного знания; приводить примеры возможностей использования искусственного интеллекта в различных отраслях научного знания.

## 6. Тема 6. Смежные технологии

Искусственный интеллект и квантовые технологии. Искусственный интеллект и нанотехнологии.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: описывать смежные технологии; решать ситуативные кейсы; писать деловое электронное письмо зарубежному партнеру с учетом его культурной принадлежности; вести переговоры с представителями иной лингвокультуры.



## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Английский язык. Перевод и научная коммуникация**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование устойчивых навыков перевода академических, научных текстов с английского на русский и с русского на английский языки, с учетом стратегий и приемов перевода текстов, знаний по межкультурной коммуникации и культурологии, опорой на переводческую компетенцию, с возможностью использовать имеющиеся технологические разработки и программное обеспечение, практикой редактирования машинного перевода.

#### **Задачи дисциплины:**

- изучить различные виды перевода и переводческие приемы, позволяющие работать с научными текстами в паре английский/русский языки (в первом семестре тренинг и совершенствование навыков перевода с английского на русский, в втором семестре - с русского на английский язык).
- научиться, минимизируя затраты времени на перевод, создавать аспектный, реферативный и другие виды научного перевода с целью получения адекватного текста перевода, семантически и стилистически отражающего текст оригинала, тренируя навыки критического чтения и развивая аналитические способности.
- сформировать способность осуществлять устный и письменный последовательный перевод, с и на иностранный язык (английский) с учётом особенностей академической культуры изучаемого языка.

Для достижения целей и задач освоения дисциплины, обучающиеся должны овладеть иноязычной общепрофессиональной коммуникативной компетенцией, включающей в себя:

Лингвистическую компетенцию: способность в соответствии с нормами изучаемого языка правильно конструировать грамматические формы и синтаксические построения.

Межкультурную компетенцию: способность общения с представителями других культур посредством письменного и устного общения, включающая культурологические и культурно-специфические навыки.

Социолингвистическую компетенцию: способность использовать и преобразовывать языковые формы в соответствии с ситуацией иноязычного общения.

Социокультурную компетенцию: способность учитывать в общении речевое и неречевое поведение, принятое в стране изучаемого языка.

Социальную компетенцию: способность взаимодействовать с партнерами по общению, владение соответствующими стратегиями.

Дискурсивную компетенцию: способность понять и достичь связности отдельных высказываний в значимых коммуникативных моделях.

Стратегическую компетенцию: умение пользоваться наиболее эффективными стратегиями при решении коммуникативных задач.

Предметную компетенцию: знание предметной информации при организации собственного высказывания или понимания высказывания других людей.

Прагматическую компетенцию: умение выбирать наиболее эффективный и целесообразный способ выражения мысли в зависимости от условий коммуникативного акта и поставленной задачи.

Интегративную компетенцию: компетенцию, позволяющую работать одновременно в нескольких языковых системах с учетом существующих требований, рекомендаций, и с несколькими базами данных, обеспечивающими быстрое выполнение переводческих задач;

Переводческую компетенцию, сочетающую навыки владения английским и русским языками с постепенным формированием навыков и изучением стратегий перевода; дальнейшее совершенствование коммуникативной компетенции и развитие фоновых / экстралингвистических знаний, относящихся к особенностям культуры и науки исходного и переводящего языков.

### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

**знать:**

- взаимосвязь, взаимовлияние и взаимодействие языка и культуры, иностранного и родного языков и культур;
- роль языка как органической части культуры в жизни человека, его поведении и общении с носителями других языков и других культур, роли перевода в системе межкультурных связей;
- представление о культурно-антропологическом взгляде на человека, его образ жизни, идеи, взгляды, обычаи, систему ценностей, восприятие мира – своего и чужого;
- влияние различных социальных трансформаций на изменение культурной идентичности и их последующее отражение, и роль в переводе;
- типы, виды, формы, модели, структурные компоненты межкультурной и научной коммуникации; – нормы и стили межкультурной и научной коммуникации;
- языковую картину мира носителей иноязычной культуры, особенности их мировидения и миропонимания и преломление этого восприятия в переводе;
- этические и нравственные нормы поведения в инокультурной среде;
- методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации;

- правила и закономерности научной, личной и деловой, устной и письменной коммуникации;
- современные коммуникативные технологии на русском и иностранном языках;
- методики самооценки, самоконтроля и саморазвития.

**уметь:**

- применять методы изучения культурных систем и межкультурных ситуаций в переводческой практике научной коммуникации;
- воспринимать, анализировать, интерпретировать и сравнивать факты культуры в целях эффективной научной коммуникации;
- определять роль базовых культурных концептов в межкультурной и научной коммуникации;
- находить адекватные решения в различных ситуациях межкультурного и научного общения;
- анализировать особенности межкультурной и научной коммуникации в коллективе;
- распознавать и правильно интерпретировать невербальные сигналы в процессе межкультурного и научного общения;
- составлять коммуникативный портрет представителя иной лингвокультуры для более эффективного взаимодействия при интерпретации или в переводческой научной коммуникации;
- раскрывать значение понятий и действий в межкультурной ситуации и научном взаимодействии;
- анализировать совпадения и различия в коммуникативном поведении с позиций контактируемых культур;
- адекватно реализовывать свое коммуникативное намерение в общении с представителями других лингвокультур;
- переключаться при встрече с другой культурой на другие не только языковые, но и неязыковые нормы поведения для достижения коммуникативных целей;
- определять причины коммуникативных неудач и применять способы их преодоления;
- занимать позицию партнера по межкультурному научному общению и идентифицировать возможный конфликт как обусловленный ценностями и нормами другой культуры;
- использовать модели социальных ситуаций, типичные сценарии взаимодействия участников межкультурной коммуникации;
- моделировать возможные ситуации общения между представителями различных культур и социумов;
- применять на практике коммуникативные технологии, методы и способы делового общения для академического и профессионального взаимодействия.

**Владеть:**

- нормами этикета и поведения при общении с представителями иноязычной культуры;
- принципами толерантности при разрешении межкультурных противоречий;
- методами коммуникативных исследований, умением применять полученные знания в научно-исследовательской деятельности, устной и письменной коммуникации;
- коммуникативными стратегиями и тактиками, характерными для иных культур;
- навыками корректного межкультурного общения, самостоятельного анализа межкультурных конфликтов в процессе общения с представителями других культур и путей их разрешения;
- умением правильной интерпретации конкретных проявлений вербального и невербального коммуникативного поведения в различных культурах;
- навыками коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия;
- навыками деятельности с ориентиром на этические и нравственные нормы поведения, принятые в инокультурном социуме;
- необходимыми интеракционными и контекстными знаниями, позволяющими преодолевать влияние стереотипов и адаптироваться к изменяющимся условиям при контакте с представителями различных культур;
- методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий;
- методикой межличностного делового общения на русском и иностранном языках, с применением профессиональных языковых форм, средств и современных коммуникативных технологий;
- методами и навыками эффективного межкультурного, академического и научного взаимодействия.

**Темы и разделы курса:**

1. Тема 1. Основы переводоведения – типы и виды переводов. Коммуникативные задачи и целевая аудитория.

Основные положения науки о переводе и определение межъязыкового взаимодействия и межкультурной коммуникации с использованием перевода. Ведущие теории и достижения отечественных и зарубежных ученых в области перевода: макро- и микро- подходы. Представление о классификации переводов и определение места письменного и устного последовательного перевода в системе.

Коммуникативные задачи: обсудить иерархию и типологию переводческой системы; эвристический характер и раскрыть основы переводческой герменевтики; обосновать выбор различных текстов на английском языке по профилю исследования для работы в семестре – научную статью, научно-популярную статью, научно-художественный текст /

научно-фантастический текст, научно-публицистическую статью, учебник по профилю и т.д.

2. Тема 2. Базовые приемы перевода Лексико-грамматические рекомендации при переводе научных текстов. Речевые стили и регистры.

Понятие адекватного перевода, переводческой эквивалентности, уровнях эквивалентности перевода, моделях перевода (денотативной, семантической, трансформационной), прагматических, семантических и стилистических аспектах перевода. Основных переводческих ошибках и способах их преодоления. «Ложные друзья» переводчика. Речевые стили и регистры в целях ведения эффективной научной и межкультурной коммуникации.

Коммуникативные задачи: обсудить особенности текстов, принадлежащих разным стилям; продемонстрировать на примерах основные переводческие ошибки в научном тексте; показать и аргументировать признаки речевых стилей и особенности различных регистров; обсудить в малых группах переводы, сделанные по заданным параметрам.

3. Тема 3. Академический регистр, научный стиль речи: синтаксические приемы перевода научных текстов (тема, рема, монорема, дирема). Устный последовательный перевод – требования и границы.

Коммуникативно-прагматические аспекты перевода как средство межъязыковой и межкультурной коммуникации. Особенности перевода экстралингвистического контекста. Понимание перевода как вторичного текста, заменяющего текст оригинала в новых лингвистических, лингвокультурных и лингвоэтнических условиях восприятия. Типология переводческих трансформаций.

Коммуникативные задачи: обсуждение требований к устному и письменному последовательному переводу; интерпретация слов, относящихся к экстралингвистическому контексту в тексте оригинала; обсудить в малых группах переводы, сделанные по заданным параметрам.

4. Тема 4. Современные технологические возможности создания перевода, виды редактирования переводного текста. Память переводов (ТМ), машинный перевод (МТ), программное обеспечение, онлайн словари и переводчики.

Автоматизированный перевод (память переводов (ТМ) и тематические глоссарии), программное обеспечение, онлайн словари и переводчики. Анализ проблем текстового уровня перевода. Искусственный интеллект и облачные серверы для перевода. Техническая документация и сложности ее перевода. Перспективы развития переводческого бизнеса. Перевод научно-технических, официально-деловых, юридических текстов и информационных материалов/ источников. Место устного последовательного перевода в научной коммуникации – задачи и цели, требования и возможности переводчика.

Коммуникативные задачи: презентация об одном из онлайн переводчиков, ТМ, МТ программном обеспечении, языковых корпусах, других современных технологических возможностях; подготовить статистический анализ нескольких терминов из выбранной для анализа статьи на английском языке и подкрепить его аргументами из теории; представить реферативный и/или аспектный переводы (Англ. => Рус.) статьи на занятии.

5. Тема 5. Особенности перевода с родного на иностранный язык. Типы языков. Коммуникативные стратегии перевода. Терминологические базы, языковые корпуса.

Типы языков – синтетический и аналитический (различия в лексико-грамматических структурах пары языков, участвующих в процессе перевода). Доминанты перевода: адресность текста (реципиент); стиль исходного текста; тип (жанр) исходного текста; тип (жанр) текста перевода; отдельные лингвистические особенности текста перевода; цели дискурса; узловые точки дискурса; ценности дискурса; функции коммуникации; типовые свойства коммуникации; коммуникативные стратегии. Дискурсивно-коммуникативная модель перевода положительно влияет на степень детальности и системности анализа исходного текста, позволяет принять более осознанные решения. Изменения в тексте перевода и их зависимость от переводчика, правки при повторном обращении к тексту. Влияние на качество перевода в зависимости от степени реализации стратегии (с учетом дополнительных факторов).

Коммуникативные задачи: представить отличия (грамматики, лексики, синтаксиса, построения текста) в рабочей паре языков. Выбрать и обосновать основные дискурсивные признаки анализируемого текста, сделать краткое выступление. Обсудить в малых группах переводы, сделанные по заданным параметрам.

6. Тема 6. Тема-рема-атический подход в переводе с русского на английский. Синтаксические приемы перевода с русского на английский язык – номинализация, предикация, инверсия, работа с синтаксическими функциями при переводе. Информационные технологии, применяемые для осуществления переводов.

Языковая функция и ее типы: денотативная - описание денотата, т.е. отображаемого в языке сегмента объективного мира; экспрессивная: установка делается на выражении отношения отправителя к порождаемому тексту; контактноустановительная, или фатическая: установка на канал связи; металингвистическая: анализируется сам используемый в общении язык; волеизъявительная: передаются предписания и команды; поэтическая: делается установка на языковые стилистические средства. Иерархия эквивалентности.

Коммуникативные задачи: подготовить выступление с докладом (5-7 минут на английском языке) о различных информационных технологиях в переводе; поработать в паре с синтаксическими приемами перевода (учитывая приемы коммуникативной стратегии), обсудить варианты перевода.

7. Тема 7. Межкультурная коммуникация – задачи в переводе.

Перевод и неперебиваемое в тексте – требования к переводу научного текста в отличие от перевода художественного текста. Научная корреспонденция, научные тексты, научные журналы. Невербальная коммуникация, иллюстрации, таблицы, схемы – комментарии переводчика. Перевод реалий и перевод терминов. Особенности интерпретации понятия «полной эквивалентности» и многоаспектность задач эквивалентности.

Коммуникативные задачи: обсудить различия в менталитете, анализе и создании текстов на разных языках, в рабочей паре языков; отметить повторяющиеся признаки в построении высказываний; уделить внимание оценке качества итоговых письменных работ в разных странах, дать примеры видов научной коммуникации (относящихся к рабочей паре языков); аргументировать выбор. Обсудить в малых группах переводы, сделанные по заданным параметрам.

8. Тема 8. Сравнение особенностей письменного и устного перевода.

Тренинг устного перевода и основы синхронного перевода (виды и требования). Аудиовизуальный перевод (АВП) как «перевод художественных игровых и документальных, анимационных фильмов, идущих в прокате и транслируемых в телерадиовещательных сетях или в интернете, а также сериалов, телевизионных новостных выпусков (в том числе с сурдопереводом и бегущей строкой), театральных постановок, радиоспектаклей (в записи и в прямом эфире), актерской декламации, рекламных роликов, компьютерных игр и все разнообразие Интернет материалов».

Коммуникативные задачи: подготовить презентацию с докладом об основных характеристиках синхронного перевода; перечислить задачи и цели аудиовизуального перевода, обосновать их приемлемость в научной коммуникации; назвать качества переводчиков АВП и СП; освоить несколько упражнений базового курса синхронного и/или АВП перевода; представить реферативный и/или аспектный переводы (Рус. => Англ.) статьи на занятии.

9. Раздел 1. Перевод с английского на русский в рамках академической и научной коммуникации (Translation from English into Russian within academic and sc

10. Раздел 2. Границы научного и академического перевода с английского на русский язык (Translation framework for academic scientific texts, from English

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Английский язык. Современное состояние искусственного интеллекта**

#### **Цель дисциплины:**

Изучение основных направлений развития и состояния искусственного интеллекта на современном этапе как перспективного раздела науки о данных: методы интеллектуального анализа больших данных, методы машинного обучения, методы представления и первичной обработки данных, возможности, преимущества и ограничения ИИ-технологий при их использовании, применение методов искусственного интеллекта в научных исследованиях и иных сферах человеческой деятельности, терминология сферы ИИ на русском и английском языках.

#### **Задачи дисциплины:**

Сформировать способность обучающегося языковыми средствами решать коммуникативные задачи в различных ситуациях профессионального межкультурного общения, осуществлять межличностное и профессиональное общение на иностранном языке с учётом особенностей культуры изучаемого языка и сферы профессиональной деятельности обучающегося, а также умение преодолевать межкультурные различия в ситуациях социального и профессионального общения; научить владеть специализированной лексикой, понимать и описывать ситуации применения искусственного интеллекта в различных областях знаний, таких как: государственное управление, образование, здравоохранение, наука, транспорт, промышленность, коммерция; осознавать необходимость использования и развития ИИ, быть готовым к реализации наработок фундаментальной науки в конкретном продукте, создаваемом на основе информационных технологий; свободно пользоваться терминологией, относящейся к области ИИ как на русском, так и на английском языке.

Для достижения целей и задач освоения дисциплины, обучающиеся должны овладеть иноязычной общепрофессиональной коммуникативной компетенцией, включающей в себя:

Этнографическую компетенцию: владение знаниями о стране изучаемого языка, ее истории и культуре, быте, выдающихся представителях, традициях и нравах; возможность страноведческого сравнения особенностей истории, культуры, обычаев своей и иной культур, понимание культурной специфики и способности объяснения причин и истоков той или иной характеристики культуры.

Лингвистическую компетенцию: способность в соответствии с нормами изучаемого языка правильно конструировать грамматические формы и синтаксические построения.



Социолингвистическую компетенцию (способность использовать и преобразовывать языковые формы в соответствии с ситуацией иноязычного общения).

Социокультурную компетенцию: способность учитывать в общении речевое и неречевое поведение, принятое в стране изучаемого языка.

Социальную компетенцию: способность взаимодействовать с партнерами по общению, владение соответствующими стратегиями.

Дискурсивную компетенцию: способность понять и достичь связности отдельных высказываний в значимых коммуникативных моделях.

Стратегическую компетенцию: умение пользоваться наиболее эффективными стратегиями при решении коммуникативных задач.

Предметную компетенцию: знание предметной информации при организации собственного высказывания или понимания высказывания других людей.

Предметно-профессиональную: способность оперировать знаниями в условиях реальной коммуникации с представителями изучаемой культуры, проявление эмпатии, как способности понять нормы, ценности и мотивы поведения представителей иной культуры.

Коммуникативную: способность устанавливать и налаживать контакты с представителями различных возрастных, социальных и других групп родной и иной лингвокультур, возможность быть медиатором между собственной и иноязычными культурами.

Прагматическую компетенцию: умение выбирать наиболее эффективный и целесообразный способ выражения мысли в зависимости от условий коммуникативного акта и поставленной задачи.

### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- взаимосвязь, взаимовлияние и взаимодействие языка, культуры и профессиональной деятельности;
- роль языка как органической части культуры в жизни человека, его поведении и общении с носителями других языков и других культур, национальной самобытности и идентичность народов;
- представление о культурно-антропологическом взгляде на человека, его образ жизни, идеи, взгляды, обычаи, систему ценностей, восприятие мира – своего и чужого;
- влияние культуры посредством языка на поведение человека, его мировосприятие и жизнь в целом;
- историю возникновения, этапы развития и методы обучения межкультурному взаимодействию в профессиональной сфере;
- содержание понятия «культура», её роль в процессе коммуникации, а также соотношение с такими понятиями, как «социализация», «инкультурация», «аккультурация», «ассимиляция», «поведение», «язык», «идентичность», «глобальная гражданственность»;
- влияние различных социальных трансформаций на изменение культурной идентичности;

- особенности восприятия других культур, причины предрассудков и стереотипов в межкультурном взаимодействии;
- механизмы формирования межкультурной толерантности и диалога культур;
- типы, виды, формы, модели, структурные компоненты межкультурной коммуникации и профессиональной межкультурной коммуникации;
- нормы и стили межкультурной коммуникации;
- ментальные особенности и национальные обычаи представителей различных культур, культурные стандарты этнического, политического и экономического плана;
- языковую картину мира носителей иноязычной культуры, особенности их мировидения и миропонимания;
- этические и нравственные нормы поведения в инокультурной среде;
- языковые нормы культуры устного общения, этические и нравственные нормы поведения, принятые в стране изучаемого языка; стереотипы и способы их преодоления; нормы этикета стран изучаемого языка;
- методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации;
- этапы жизненного цикла проекта; этапы разработки и реализации проекта; методы разработки и управления проектами;
- методики формирования команд; методы эффективного руководства коллективами; основные теории лидерства и стили руководства;
- правила и закономерности личной и деловой устной и письменной коммуникации; современные коммуникативные технологии на русском и иностранном языках; существующие профессиональные сообщества для профессионального взаимодействия;
- закономерности и особенности социально-исторического развития различных культур; особенности межкультурного разнообразия общества; правила и технологии эффективного межкультурного взаимодействия;
- методики самооценки, самоконтроля и саморазвития

**уметь:**

- применять методы изучения культурных систем и межкультурных ситуаций;
- воспринимать, анализировать, интерпретировать и сравнивать факты культуры;
- определять роль базовых культурных концептов в межкультурной коммуникации;
- находить адекватные решения в различных ситуациях межкультурного общения;
- анализировать особенности межкультурной коммуникации в коллективе и в профессиональном сообществе;
- рефлексировать ориентационную систему собственной культуры;

- распознавать и правильно интерпретировать невербальные сигналы в процессе межкультурного общения и межкультурного профессионального общения;
- составлять коммуникативный портрет представителя иной лингвокультуры;
- раскрывать значение понятий и действий в межкультурной ситуации;
- анализировать совпадения и различия в коммуникативном поведении с позиций контактируемых культур;
- адекватно реализовывать свое коммуникативное намерение в общении с представителями других лингвокультур;
- переключаться при встрече с другой культурой на другие не только языковые, но и неязыковые нормы поведения;
- определять причины коммуникативных неудач и применять способы их преодоления;
- занимать позицию партнера по межкультурному общению и идентифицировать возможный конфликт как обусловленный ценностями и нормами его культуры;
- успешно преодолевать барьеры и конфликты в общении и достигать взаимопонимания;
- раскрывать взаимосвязь и взаимовлияние языка и культуры;
- толерантно относиться к представителям других культур и языков;
- анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции;
- уважительно и бережно относиться к историческому наследию и культурным традициям;
- использовать модели социальных ситуаций, типичные сценарии взаимодействия участников межкультурной коммуникации;
- руководствоваться принципами культурного релятивизма и этическими нормами, предполагающими отказ от этноцентризма и уважение своеобразия иноязычной культуры и ценностных ориентаций иноязычного социума;
- преодолевать влияние стереотипов и осуществлять межкультурный диалог в общей и профессиональной сферах общения;
- моделировать возможные ситуации общения между представителями различных культур и социумов;
- применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации;
- разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта; управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла;
- разрабатывать план групповых и организационных коммуникаций при подготовке и выполнении проекта; сформулировать задачи членам команды для достижения поставленной цели; разрабатывать командную стратегию); применять эффективные стили руководства командой для достижения поставленной цели;

- применять на практике коммуникативные технологии, методы и способы делового общения для академического и профессионального взаимодействия;
- определять теоретическое и практическое значение культурно-языкового фактора при взаимодействии различных философских и научных традиций;
- понимать и толерантно воспринимать межкультурное разнообразие общества; анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия;
- решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности; применять методики самооценки и самоконтроля

**Владеть:**

- нормами этикета и поведения при общении с представителями иноязычной культуры;
- принципами толерантности при разрешении межкультурных противоречий;
  - методами коммуникативных исследований, умением применять полученные знания в научно-исследовательской деятельности, устной и письменной коммуникации;
  - коммуникативными стратегиями и тактиками, характерными для иных культур;
  - навыками корректного межкультурного общения, самостоятельного анализа межкультурных конфликтов в процессе общения с представителями других культур и путей их разрешения;
  - умением правильной интерпретации конкретных проявлений вербального и невербального коммуникативного поведения в различных культурах;
  - навыками коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия;
  - навыками деятельности с ориентиром на этические и нравственные нормы поведения, принятые в инокультурном социуме;
  - необходимыми интеракционными и контекстными знаниями, позволяющими преодолевать влияние стереотипов и адаптироваться к изменяющимся условиям при контакте с представителями различных культур;
  - методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий;
  - методиками разработки и управления проектом; методами оценки потребности в ресурсах и эффективности проекта;
  - умением анализировать, проектировать и организовывать межличностные, групповые и организационные коммуникации в команде для достижения поставленной цели; методами организации и управления коллективом;
  - методикой межличностного делового общения на русском и иностранном языках, с применением профессиональных языковых форм, средств и современных коммуникативных технологий;

- методами и навыками эффективного межкультурного взаимодействия;
- технологиями и навыками управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки, самоконтроля и принципов самообразования в течение всей жизни.

### **Темы и разделы курса:**

#### **1. Тема 1. Искусственный интеллект как наука и технология**

История возникновения термина «искусственный интеллект (ИИ)». Наука ИИ как часть комплекса компьютерных наук. Технологии на основе ИИ в системе компьютерных технологий. ИИ и междисциплинарные исследования. Два направления ИИ: чистый (нисходящий) и грязный (восходящий). Три волны ИИ. Направления ИИ.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: объяснять этические принципы ИИ; обсуждать направления развития ИИ и его роль в междисциплинарных исследованиях.

#### **2. Тема 2. Подходы к построению искусственного интеллекта**

Интуитивный подход и тест Тьюринга. Символьный и логический подходы. Агентный подход, МАС и роевой интеллект. Гибридный подход. Сильный (общий) и слабый (прикладной) ИИ.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: объяснять отличия в подходах; дискутировать об особенностях подходов к построению ИИ; анализировать развитие подходов, ситуативные кейсы.

#### **3. Тема 3. Ключевые вызовы и угрозы развития систем искусственного интеллекта**

Некоторые успешные проекты, реализующие возможности ИИ. Философия Искусственного Интеллекта (Китайская комната). Возможность или невозможность моделирования мышления человека как одна из философских проблем в области ИИ. Опасения: полная зависимость от компьютеров, непредсказуемость, использование ИИ в военных целях, социальные риски, экзистенциальные риски, ошибки в системах ИИ

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: описывать истоки возникновения искусственного интеллекта, основные положения его философии; моделировать особенности развития искусственного интеллекта в эссе «Как искусственный интеллект изменит нашу жизнь».

#### **4. Тема 4. Прикладные области деятельности для искусственного интеллекта**

Экспертные системы и СППР. Распознавание образов. Чат-боты. Творчество. Автономные автомобили. Роботы и аватары. Эффект ИИ (AI Effect).

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: описывать области практического применения искусственного интеллекта; трансформировать научные тексты (из устной речи в письменную, из научного и научно-публицистического стиля в разговорный и т.д.); переводить научные тексты с учетом профессионального контекста и жанрово-стилевой принадлежности.

## 5. Тема 5. Сферы жизни и искусственный интеллект: карта применения технологий ИИ

Искусственный интеллект и государственное управление. Искусственный интеллект и безопасность. Искусственный интеллект и транспорт. Искусственный интеллект и промышленность. Искусственный интеллект и образование. Искусственный интеллект и наука. Искусственный интеллект и здравоохранение. Искусственный интеллект и культура. Искусственный интеллект и развитие новых отраслей.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: обсуждать применение искусственного интеллекта в разных отраслях экономики и научного знания; приводить примеры возможностей использования искусственного интеллекта в различных отраслях научного знания.

## 6. Тема 6. Современное состояние и перспективы развития искусственного интеллекта

Смежные технологии. Искусственный интеллект и квантовые технологии. Искусственный интеллект и нанотехнологии. Развитие технологий искусственных нейронных сетей (ИНС). Обработка естественных языков. Системы машинного перевода. Машинное обучение.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: описывать смежные технологии; решать ситуативные кейсы; писать деловое электронное письмо зарубежному партнеру с учетом его культурной принадлежности; вести переговоры с представителями иной лингвокультуры.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Английский язык. Современный искусственный интеллект**

#### **Цель дисциплины:**

Изучение основных направлений развития и состояния искусственного интеллекта на современном этапе как перспективного раздела науки о данных: методы интеллектуального анализа больших данных, методы машинного обучения, методы представления и первичной обработки данных, возможности, преимущества и ограничения ИИ-технологий при их использовании, применение методов искусственного интеллекта в научных исследованиях и иных сферах человеческой деятельности, терминология сферы ИИ на русском и английском языках.

#### **Задачи дисциплины:**

Сформировать способность обучающегося языковыми средствами решать коммуникативные задачи в различных ситуациях профессионального межкультурного общения, осуществлять межличностное и профессиональное общение на иностранном языке с учётом особенностей культуры изучаемого языка и сферы профессиональной деятельности обучающегося, а также умение преодолевать межкультурные различия в ситуациях социального и профессионального общения; научить владеть специализированной лексикой, понимать и описывать ситуации применения искусственного интеллекта в различных областях знаний, таких как: государственное управление, образование, здравоохранение, наука, транспорт, промышленность, коммерция; осознавать необходимость использования и развития ИИ, быть готовым к реализации наработок фундаментальной науки в конкретном продукте, создаваемом на основе информационных технологий; свободно пользоваться терминологией, относящейся к области ИИ как на русском, так и на английском языке.

Для достижения целей и задач освоения дисциплины, обучающиеся должны овладеть иноязычной общепрофессиональной коммуникативной компетенцией, включающей в себя:

Этнографическую компетенцию: владение знаниями о стране изучаемого языка, ее истории и культуре, быте, выдающихся представителях, традициях и нравах; возможность страноведческого сравнения особенностей истории, культуры, обычаев своей и иной культур, понимание культурной специфики и способности объяснения причин и истоков той или иной характеристики культуры.

Лингвистическую компетенцию: способность в соответствии с нормами изучаемого языка правильно конструировать грамматические формы и синтаксические построения.

Социолингвистическую компетенцию (способность использовать и преобразовывать языковые формы в соответствии с ситуацией иноязычного общения).

Социокультурную компетенцию: способность учитывать в общении речевое и неречевое поведение, принятое в стране изучаемого языка.

Социальную компетенцию: способность взаимодействовать с партнерами по общению, владение соответствующими стратегиями.

Дискурсивную компетенцию: способность понять и достичь связности отдельных высказываний в значимых коммуникативных моделях.

Стратегическую компетенцию: умение пользоваться наиболее эффективными стратегиями при решении коммуникативных задач.

Предметную компетенцию: знание предметной информации при организации собственного высказывания или понимания высказывания других людей.

Предметно-профессиональную: способность оперировать знаниями в условиях реальной коммуникации с представителями изучаемой культуры, проявление эмпатии, как способности понять нормы, ценности и мотивы поведения представителей иной культуры.

Коммуникативную: способность устанавливать и налаживать контакты с представителями различных возрастных, социальных и других групп родной и иной лингвокультур, возможность быть медиатором между собственной и иноязычными культурами.

Прагматическую компетенцию: умение выбирать наиболее эффективный и целесообразный способ выражения мысли в зависимости от условий коммуникативного акта и поставленной задачи.

### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- взаимосвязь, взаимовлияние и взаимодействие языка, культуры и профессиональной деятельности;
- роль языка как органической части культуры в жизни человека, его поведении и общении с носителями других языков и других культур, национальной самобытности и идентичность народов;
- представление о культурно-антропологическом взгляде на человека, его образ жизни, идеи, взгляды, обычаи, систему ценностей, восприятие мира – своего и чужого;
- влияние культуры посредством языка на поведение человека, его мировосприятие и жизнь в целом;
- историю возникновения, этапы развития и методы обучения межкультурному взаимодействию в профессиональной сфере;
- содержание понятия «культура», её роль в процессе коммуникации, а также соотношение с такими понятиями, как «социализация», «инкультурация», «аккультурация», «ассимиляция», «поведение», «язык», «идентичность», «глобальная гражданственность»;
- влияние различных социальных трансформаций на изменение культурной идентичности;



- особенности восприятия других культур, причины предрассудков и стереотипов в межкультурном взаимодействии;
- механизмы формирования межкультурной толерантности и диалога культур;
- типы, виды, формы, модели, структурные компоненты межкультурной коммуникации и профессиональной межкультурной коммуникации;
- нормы и стили межкультурной коммуникации;
- ментальные особенности и национальные обычаи представителей различных культур, культурные стандарты этнического, политического и экономического плана;
- языковую картину мира носителей иноязычной культуры, особенности их мировидения и миропонимания;
- этические и нравственные нормы поведения в инокультурной среде;
- языковые нормы культуры устного общения, этические и нравственные нормы поведения, принятые в стране изучаемого языка; стереотипы и способы их преодоления; нормы этикета стран изучаемого языка;
- методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации;
- этапы жизненного цикла проекта; этапы разработки и реализации проекта; методы разработки и управления проектами;
- методики формирования команд; методы эффективного руководства коллективами; основные теории лидерства и стили руководства;
- правила и закономерности личной и деловой устной и письменной коммуникации; современные коммуникативные технологии на русском и иностранном языках; существующие профессиональные сообщества для профессионального взаимодействия;
- закономерности и особенности социально-исторического развития различных культур; особенности межкультурного разнообразия общества; правила и технологии эффективного межкультурного взаимодействия;
- методики самооценки, самоконтроля и саморазвития

**уметь:**

- применять методы изучения культурных систем и межкультурных ситуаций;
- воспринимать, анализировать, интерпретировать и сравнивать факты культуры;
- определять роль базовых культурных концептов в межкультурной коммуникации;
- находить адекватные решения в различных ситуациях межкультурного общения;
- анализировать особенности межкультурной коммуникации в коллективе и в профессиональном сообществе;
- рефлексировать ориентационную систему собственной культуры;

- распознавать и правильно интерпретировать невербальные сигналы в процессе межкультурного общения и межкультурного профессионального общения;
- составлять коммуникативный портрет представителя иной лингвокультуры;
- раскрывать значение понятий и действий в межкультурной ситуации;
- анализировать совпадения и различия в коммуникативном поведении с позиций контактируемых культур;
- адекватно реализовывать свое коммуникативное намерение в общении с представителями других лингвокультур;
- переключаться при встрече с другой культурой на другие не только языковые, но и неязыковые нормы поведения;
- определять причины коммуникативных неудач и применять способы их преодоления;
- занимать позицию партнера по межкультурному общению и идентифицировать возможный конфликт как обусловленный ценностями и нормами его культуры;
- успешно преодолевать барьеры и конфликты в общении и достигать взаимопонимания;
- раскрывать взаимосвязь и взаимовлияние языка и культуры;
- толерантно относиться к представителям других культур и языков;
- анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции;
- уважительно и бережно относиться к историческому наследию и культурным традициям;
- использовать модели социальных ситуаций, типичные сценарии взаимодействия участников межкультурной коммуникации;
- руководствоваться принципами культурного релятивизма и этическими нормами, предполагающими отказ от этноцентризма и уважение своеобразия иноязычной культуры и ценностных ориентаций иноязычного социума;
- преодолевать влияние стереотипов и осуществлять межкультурный диалог в общей и профессиональной сферах общения;
- моделировать возможные ситуации общения между представителями различных культур и социумов;
- применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации;
- разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта; управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла;
- разрабатывать план групповых и организационных коммуникаций при подготовке и выполнении проекта; сформулировать задачи членам команды для достижения поставленной цели; разрабатывать командную стратегию); применять эффективные стили руководства командой для достижения поставленной цели;

- применять на практике коммуникативные технологии, методы и способы делового общения для академического и профессионального взаимодействия;
- определять теоретическое и практическое значение культурно-языкового фактора при взаимодействии различных философских и научных традиций;
- понимать и толерантно воспринимать межкультурное разнообразие общества; анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия;
- решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности; применять методики самооценки и самоконтроля

**Владеть:**

- нормами этикета и поведения при общении с представителями иноязычной культуры;
- принципами толерантности при разрешении межкультурных противоречий;
  - методами коммуникативных исследований, умением применять полученные знания в научно-исследовательской деятельности, устной и письменной коммуникации;
  - коммуникативными стратегиями и тактиками, характерными для иных культур;
  - навыками корректного межкультурного общения, самостоятельного анализа межкультурных конфликтов в процессе общения с представителями других культур и путей их разрешения;
  - умением правильной интерпретации конкретных проявлений вербального и невербального коммуникативного поведения в различных культурах;
  - навыками коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия;
  - навыками деятельности с ориентиром на этические и нравственные нормы поведения, принятые в инокультурном социуме;
  - необходимыми интеракционными и контекстными знаниями, позволяющими преодолевать влияние стереотипов и адаптироваться к изменяющимся условиям при контакте с представителями различных культур;
  - методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий;
  - методиками разработки и управления проектом; методами оценки потребности в ресурсах и эффективности проекта;
  - умением анализировать, проектировать и организовывать межличностные, групповые и организационные коммуникации в команде для достижения поставленной цели; методами организации и управления коллективом;
  - методикой межличностного делового общения на русском и иностранном языках, с применением профессиональных языковых форм, средств и современных коммуникативных технологий;

- методами и навыками эффективного межкультурного взаимодействия;
- технологиями и навыками управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки, самоконтроля и принципов самообразования в течение всей жизни.

### **Темы и разделы курса:**

#### **1. Тема 1. Искусственный интеллект как наука и технология**

История возникновения термина «искусственный интеллект (ИИ)». Наука ИИ как часть комплекса компьютерных наук. Технологии на основе ИИ в системе компьютерных технологий. ИИ и междисциплинарные исследования. Два направления ИИ: чистый (нисходящий) и грязный (восходящий). Три волны ИИ. Направления ИИ.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: объяснять этические принципы ИИ; обсуждать направления развития ИИ и его роль в междисциплинарных исследованиях.

#### **2. Тема 2. Подходы к построению искусственного интеллекта**

Интуитивный подход и тест Тьюринга. Символьный и логический подходы. Агентный подход, МАС и роевой интеллект. Гибридный подход. Сильный (общий) и слабый (прикладной) ИИ.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: объяснять отличия в подходах; дискутировать об особенностях подходов к построению ИИ; анализировать развитие подходов, ситуативные кейсы.

#### **3. Тема 3. Ключевые вызовы и угрозы развития систем искусственного интеллекта**

Некоторые успешные проекты, реализующие возможности ИИ. Философия Искусственного Интеллекта (Китайская комната). Возможность или невозможность моделирования мышления человека как одна из философских проблем в области ИИ. Опасения: полная зависимость от компьютеров, непредсказуемость, использование ИИ в военных целях, социальные риски, экзистенциальные риски, ошибки в системах ИИ

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: описывать истоки возникновения искусственного интеллекта, основные положения его философии; моделировать особенности развития искусственного интеллекта в эссе «Как искусственный интеллект изменит нашу жизнь».

#### **4. Тема 4. Прикладные области деятельности для искусственного интеллекта**

Экспертные системы и СППР. Распознавание образов. Чат-боты. Творчество. Автономные автомобили. Роботы и аватары. Эффект ИИ (AI Effect).

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: описывать области практического применения искусственного интеллекта; трансформировать научные тексты (из устной речи в письменную, из научного и научно-публицистического стиля в разговорный и т.д.); переводить научные тексты с учетом профессионального контекста и жанрово-стилевой принадлежности.

## 5. Тема 5. . Сферы жизни и искусственный интеллект: карта применения технологий ИИ

Искусственный интеллект и государственное управление. Искусственный интеллект и безопасность. Искусственный интеллект и транспорт. Искусственный интеллект и промышленность. Искусственный интеллект и образование. Искусственный интеллект и наука. Искусственный интеллект и здравоохранение. Искусственный интеллект и культура. Искусственный интеллект и развитие новых отраслей.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: обсуждать применение искусственного интеллекта в разных отраслях экономики и научного знания; приводить примеры возможностей использования искусственного интеллекта в различных отраслях научного знания.

## 6. Тема 6. Современное состояние и перспективы развития искусственного интеллекта

Смежные технологии. Искусственный интеллект и квантовые технологии. Искусственный интеллект и нанотехнологии. Развитие технологий искусственных нейронных сетей (ИНС). Обработка естественных языков. Системы машинного перевода. Машинное обучение.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: описывать смежные технологии; решать ситуативные кейсы; писать деловое электронное письмо зарубежному партнеру с учетом его культурной принадлежности; вести переговоры с представителями иной лингвокультуры.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Английский язык. Социология эмоций**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование культуры мышления, общения и речи, иноязычной коммуникативной компетенции. Ознакомление с перспективной и сравнительно молодой областью социологического знания, с основными концепциями эмоций и эмоционального поведения.

#### **Задачи дисциплины:**

Сформировать способность обучающегося языковыми средствами решать коммуникативные задачи в различных ситуациях межкультурного общения, приобрести знания:

- о многообразии и трудностях определения эмоций в социологии и других дисциплинах.
- о классических и современных теориях в социологии эмоций, могут ориентироваться в них.
- о трудностях эмпирического исследования эмоций в социологии и различных методах исследования эмоциональных аспектов социальных явлений в социологии.
- о культурных теориях эмоций в социологии, основных понятиях социологии эмоций: управлении эмоциями, эмоциональных нормах, эмоциональных культурах, идеологии, эмоциональной девиации, эмоциональной социализации.
- о эмоциональном труде и управлении эмоциями на рабочем месте, в публичной профессиональной сфере, различные типы исследований управления эмоциями в контексте работы в социологии.
- о структурных теориях эмоций в социологии и научиться анализировать эмоциональные аспекты социального неравенства.

Для достижения целей и задач освоения дисциплины, обучающиеся должны овладеть иноязычной общепрофессиональной коммуникативной компетенцией, включающей в себя:

Этнографическую компетенцию: владение знаниями о стране изучаемого языка, ее истории и культуре, быте, выдающихся представителях, традициях и нравах; возможность страноведческого сравнения особенностей истории, культуры, обычаев своей и иной культур, понимание культурной специфики и способности объяснения причин и истоков той или иной характеристики культуры.

Лингвистическую компетенцию: способность в соответствии с нормами изучаемого языка правильно конструировать грамматические формы и синтаксические построения.

Социолингвистическую компетенцию (способность использовать и преобразовывать языковые формы в соответствии с ситуацией иноязычного общения).

Социокультурную компетенцию: способность учитывать в общении речевое и неречевое поведение, принятое в стране изучаемого языка.

Социальную компетенцию: способность взаимодействовать с партнерами по общению, владение соответствующими стратегиями.

Дискурсивную компетенцию: способность понять и достичь связности отдельных высказываний в значимых коммуникативных моделях.

Стратегическую компетенцию: умение пользоваться наиболее эффективными стратегиями при решении коммуникативных задач.

Предметную компетенцию: знание предметной информации при организации собственного высказывания или понимания высказывания других людей.

Предметно-профессиональную: способность оперировать знаниями в условиях реальной коммуникации с представителями изучаемой культуры, проявление эмпатии, как способности понять нормы, ценности и мотивы поведения представителей иной культуры.

Коммуникативную: способность устанавливать и налаживать контакты с представителями различных возрастных, социальных и других групп родной и иной лингвокультур, возможность быть медиатором между собственной и иноязычными культурами.

Прагматическую компетенцию: умение выбирать наиболее эффективный и целесообразный способ выражения мысли в зависимости от условий коммуникативного акта и поставленной задачи

### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- взаимосвязь, взаимовлияние и взаимодействие языка и культуры;
- роль языка как органической части культуры в жизни человека, его поведении и общении с носителями других языков и других культур, национальной самобытности и идентичность народов;
- представление о культурно-антропологическом взгляде на человека, его образ жизни, идеи, взгляды, обычаи, систему ценностей, восприятие мира – своего и чужого;
- влияние культуры посредством языка на поведение человека, его мировосприятие и жизнь в целом;
- историю возникновения, этапы развития и методы обучения межкультурной коммуникации;
- содержание понятия «культура», её роль в процессе коммуникации, а также соотношение с такими понятиями, как «социализация», «инкультурация»,

«аккультурация», «ассимиляция», «поведение», «язык», «идентичность», «глобальная гражданственность»;

- влияние различных социальных трансформаций на изменение культурной идентичности;
- особенности восприятия других культур, причины предрассудков и стереотипов в межкультурном взаимодействии;
- механизмы формирования межкультурной толерантности и диалога культур;
- типы, виды, формы, модели, структурные компоненты межкультурной коммуникации;
- нормы и стили межкультурной коммуникации;
- ментальные особенности и национальные обычаи представителей различных культур, культурные стандарты этнического, политического и экономического плана;
- языковую картину мира носителей иноязычной культуры, особенности их мировидения и миропонимания;
- этические и нравственные нормы поведения в инокультурной среде;
- языковые нормы культуры устного общения, этические и нравственные нормы поведения, принятые в стране изучаемого языка; стереотипы и способы их преодоления; нормы этикета стран изучаемого языка;
- методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации;
- этапы жизненного цикла проекта; этапы разработки и реализации проекта; методы разработки и управления проектами;
- методики формирования команд; методы эффективного руководства коллективами; основные теории лидерства и стили руководства;
- правила и закономерности личной и деловой устной и письменной коммуникации; современные коммуникативные технологии на русском и иностранном языках; существующие профессиональные сообщества для профессионального взаимодействия;
- закономерности и особенности социально-исторического развития различных культур; особенности межкультурного разнообразия общества; правила и технологии эффективного межкультурного взаимодействия;
- методики самооценки, самоконтроля и саморазвития.

**уметь:**

- применять методы изучения культурных систем и межкультурных ситуаций;
- воспринимать, анализировать, интерпретировать и сравнивать факты культуры;
- определять роль базовых культурных концептов в межкультурной коммуникации;
- находить адекватные решения в различных ситуациях межкультурного общения;



- анализировать особенности межкультурной коммуникации в коллективе;
- рефлексировать ориентационную систему собственной культуры;
- распознавать и правильно интерпретировать невербальные сигналы в процессе межкультурного общения;
- составлять коммуникативный портрет представителя иной лингвокультуры;
- раскрывать значение понятий и действий в межкультурной ситуации;
- анализировать совпадения и различия в коммуникативном поведении с позиций контактируемых культур;
- адекватно реализовывать свое коммуникативное намерение в общении с представителями других лингвокультур;
- переключаться при встрече с другой культурой на другие не только языковые, но и неязыковые нормы поведения;
- определять причины коммуникативных неудач и применять способы их преодоления;
- занимать позицию партнера по межкультурному общению и идентифицировать возможный конфликт как обусловленный ценностями и нормами его культуры;
- успешно преодолевать барьеры и конфликты в общении и достигать взаимопонимания;
- раскрывать взаимосвязь и взаимовлияние языка и культуры;
- толерантно относиться к представителям других культур и языков;
- анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции;
- уважительно и бережно относиться к историческому наследию и культурным традициям;
- использовать модели социальных ситуаций, типичные сценарии взаимодействия участников межкультурной коммуникации;
- руководствоваться принципами культурного релятивизма и этическими нормами, предполагающими отказ от этноцентризма и уважение своеобразия иноязычной культуры и ценностных ориентаций иноязычного социума;
- преодолевать влияние стереотипов и осуществлять межкультурный диалог в общей и профессиональной сферах общения;
- моделировать возможные ситуации общения между представителями различных культур и социумов;
- применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации;
- разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и сформулировать

задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта; управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла;

– разрабатывать план групповых и организационных коммуникаций при подготовке и выполнении проекта; сформулировать задачи членам команды для достижения поставленной цели; разрабатывать командную стратегию); применять эффективные стили руководства командой для достижения поставленной цели;

– применять на практике коммуникативные технологии, методы и способы делового общения для академического и профессионального взаимодействия;

– определять теоретическое и практическое значение культурно-языкового фактора при взаимодействии различных философских и научных традиций;

– понимать и толерантно воспринимать межкультурное разнообразие общества; анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия;

– решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности; применять методики самооценки и самоконтроля.

#### **Владеть:**

– нормами этикета и поведения при общении с представителями иноязычной культуры;

– принципами толерантности при разрешении межкультурных противоречий;

– методами коммуникативных исследований, умением применять полученные знания в научно-исследовательской деятельности, устной и письменной коммуникации;

– коммуникативными стратегиями и тактиками, характерными для иных культур;

– навыками корректного межкультурного общения, самостоятельного анализа межкультурных конфликтов в процессе общения с представителями других культур и путей их разрешения;

– умением правильной интерпретации конкретных проявлений вербального и невербального коммуникативного поведения в различных культурах;

– навыками коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия;

– навыками деятельности с ориентиром на этические и нравственные нормы поведения, принятые в инокультурном социуме;

– необходимыми интеракционными и контекстными знаниями, позволяющими преодолевать влияние стереотипов и адаптироваться к изменяющимся условиям при контакте с представителями различных культур;

– методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий;

- методиками разработки и управления проектом; методами оценки потребности в ресурсах и эффективности проекта;
- умением анализировать, проектировать и организовывать межличностные, групповые и организационные коммуникации в команде для достижения поставленной цели; методами организации и управления коллективом;
- методикой межличностного делового общения на русском и иностранном языках, с применением профессиональных языковых форм, средств и современных коммуникативных технологий;
- методами и навыками эффективного межкультурного взаимодействия;
- технологиями и навыками управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки, самоконтроля и принципов самообразования в течение всей жизни.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Тема 1. Эмоции и социология эмоций

Что такое эмоции. Трудности социологического определения эмоций. Сколько существует эмоций. Первичные, вторичные и третичные эмоции. Эмоции и мотивация поведения. Когнитивные и эмоциональные процессы. Социология и психология эмоций. Социальное конструирование эмоций. Происхождение эмоций. Биология и социология эмоций. Социологическая концептуализация эмоций. Социальная структура и эмоции. Основные подходы к изучению эмоций в социологии. Идентификация эмоций в социологических исследованиях. Методы и методики исследования эмоций в социологии. Общая характеристика современных социологических теорий эмоций. Эмоции в работах социологов-классиков. Г. Зиммель, Г. Спенсер, М. Вебер, Э. Дюркгейм, М. Шелер. Классификация теорий эмоций Дж. Тернера. Драматургические и культурные теории эмоций. Ритуалистические концепции. Исследования эмоций в рамках символического интеракционизма. Психоаналитические теории эмоций. Эмоции в теориях обмена. Структурные теории эмоциональных процессов. Эволюционистские теории эмоций.

#### 2. Тема 2. Эмоции на рабочем месте, в личной жизни и культуре

Эмоциональная работа и эмоциональный труд. Эмоциональный менеджмент. Техники управления эмоциями. Эмоции в различных профессиональных сферах. Профессиональные эмоциональные идеологии. Соотношение эмоциональной культуры и профессионально-специализированной эмоциональной идеологии. Сервисные занятия в современном обществе и эмоциональный труд. Эмоциональная работа в медицине, социальной работе, юриспруденции и других профессиях, и родах занятий. Профессиональная этика и эмоциональный труд.

Культурный словарь эмоций. Эмоциональная культура и эмоциональные идеологии. Эмоциональная социализация и идентичность. Культурная теория эмоций и управления эмоциями А. Хохшильд. Правила чувствования (интенсивность, направление и длительность) и правила выражения эмоций. Эмоциональная работа. Техники управления эмоциями. Телесная работа, эмоциональная работа и работа с идентичностью. Гендерные

аспекты эмоциональной работы. Эмоциональная работа в приватной сфере жизни общества: в семье и близких отношениях. Изучение эмоциональной работы в социологии: методы исследования расхождения между выражаемыми и переживаемыми эмоциями.

### 3. Тема 3. Эмоции и социальная структура

Вклад Т. Парсонса в социологическое изучение эмоций. Социально-структурные ожидания как источник возникновения эмоций. Теория Т. Кемпера: структурные эмоции, ситуативные эмоции и эмоции ожидания в отношениях статуса и власти. Позитивные эмоции (удовлетворение, чувство безопасности и доверия) и негативные эмоции (тревога, страх, потеря доверия и уверенности) в процессах воспроизводства социальной структуры. Теория статуса и власти Р. Тамма. Диалектика статусных отношений и эмоций. «Периодическая таблица эмоций» как универсальная модель структурных условий возникновения эмоций. Теория социоэмоционального поведения и статуса С. Риджвей. Набор правил выражения эмоций в различных типах групп и статусные отношения. Роль эмоций и статусные ограничения в достижении групповых целей: совпадение и несовпадение статусного положения и аффекта. Макроструктурная теория эмоций Дж. Барбалета. Эмоции как связующее звено между разными уровнями социальной структуры. Роль стыда в воспроизводстве социальной структуры и его эволюция в современных обществах. Ресентимент как ведущая эмоция в классовых отношениях. Ресентимент, социальные конфликты и социальные движения. Страх и социальные изменения.

### 4. Тема 4. Социологическое понимание природы эмоций

Подход Э. Гоффмана к эмоциям смущения и стыда. Место эмоций во взаимодействиях лицом-к-лицу. Управление впечатлениями с помощью эмоций. Стратегическое манипулирование эмоциями и культурные предписания. Анатомия замешательства при срыве драматической постановки. Замешательство как форма стыда. Техники выхода из замешательства. Эмоциональный аспект феномена зеркального Я в теории Ч. Х. Кули. Гордость, стыд и страх как составляющие социального контроля и связанные с формированием Я индивида. Контроль над идентичностью как часть социального контроля: роль негативных и позитивных эмоций. С. Шот и теория социального контроля. Социальный контроль как самоконтроль. Эмоции и принятие роли другого. Анализ стыда, чувства вины, замешательства, гордости, эмпатии с точки зрения социальной солидарности, социального порядка и работы над собственной идентичностью. Теория стыда Т. Шеффа. Процессы индивидуального самоощущения в связи с чувствами гордости и стыда. Чувство гордости и социальная солидарность. Стыд и индивидуальные и социальные патологии. Интенсивность гордости и стыда и социальные санкции выражения этих эмоций. Открытый стыд и скрытый стыд. Стыд и социальные конфликты.

Гнев и страх, социологическое понимание. Страх и социальный контроль. Гнев как первичная и универсальная эмоция. Социальные причины гневных переживаний. Социальные контексты гнева – работа, семья, соседские общины и др. Социальная дистрибуция гнева: гендерный аспект, воз-раст, социальный класс. Власть, социальный контроль и функции гнева (Т. Кемпер). Правила выражения гнева (Дж. Аверилл). Открытый и скрывааемый гнев (К. Льюис). Диалектика гнева и чувства стыда (Т. Шефф).

Печаль как первичная, универсальная эмоция. Социальный смысл печали и социологические трактовки печали. Горе. Горе как эмоция, возникающая вследствие потери социальных связей. Медицинская, психологическая и социологическая модели горя. Горе как сложная, вторичная эмоция. Социальное конструирование горя и его последствия

для социальных отношений. Горе, печаль, траур и скорбь, их повседневные интерпретации. Идентификация и привязанность в переживании горя. Кросс-культурные и исторические данные в социологическом понимании переживания и выражения горя. Горе и его роль в социальных движениях. Горе и коллективная память. Горе и социальная структура в современных обществах: медицинские практики преодоления горя. Теория Л. Лофланд: социальные практики, связанные с горем. К. Чармац: горе и потеря идентичности. Теряемые объекты и поведенческие стратегии.

#### 5. Тема 5. Симпатия и эмпатия как эмоции и социальные механизмы

Теория эмпатии, роль эмпатии в эволюции общества и человека. Эмпатия как моральная эмоция. Теория симпатии К. Кларк. Симпатия как ключевая эмоция в межличностных взаимодействиях. Микроэкономика и микрополитика эмоций. Симпатия как условие социальной солидарности. Культура симпатии и онтологическая безопасность. Гендерные отношения и выражение симпатии. Условия выражения симпатии.

Социология любви и дружбы. Любовь как эмоция и как отношение. Психологические и социологические теории любви как эмоции. Классификация видов любви. Задачи социологического исследования разных видов любви. Любовь как универсальная эмоция. Социально-культурный контекст любви. Модели любви и социальная структура (Т. Кемпер). Социально-историческая перспектива любви (Э. Гидденс). Ф. Кансиан: феминизация любви. Любовь и гнев. Р. Белла, Э. Свидлер: представления о любви и идеалы современного общества и их влияние на поведение людей. М. Джекмен: любовь как инструмент социального порядка. А. Хохшильд: любовь как товар.

#### 6. Тема 6. Развитие эмоционального интеллекта

Эмоциональный интеллект. Модель Майера-Саловея. Модель Рувена Бар-Она. Модель Гоулмана. EQ основан на четырех факторах. Важность коэффициента эмоционального интеллекта. Фазы управления эмоциями. Как развить эмоциональный интеллект. Эмоциональный интеллект руководителя.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Английский язык. Этика искусственного интеллекта**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование иноязычной коммуникативной компетенции посредством ознакомления с основными подходами к изучению этических вопросов использования искусственного интеллекта в различных областях научных знаний, а также возможными последствиями применения систем искусственного интеллекта в различных сферах общественной жизни.

#### **Задачи дисциплины:**

Сформировать способность у обучающихся выразить языковыми средствами представление о трансформации классических этических проблем в результате развития систем искусственного интеллекта, специфике современного этического регулирования проектов с использованием искусственного интеллекта; перспективах и рисках применения искусственного интеллекта в науке; ключевых достижениях и ограничениях применения искусственного интеллекта в образовании в контексте понимания образования как системы, процесса и как результата.

Для достижения целей и задач освоения дисциплины, обучающиеся должны овладеть иноязычной общепрофессиональной коммуникативной компетенцией, включающей в себя:

Этнографическую компетенцию: владение знаниями о стране изучаемого языка, ее истории и культуре, быте, выдающихся представителях, традициях и нравах; возможность страноведческого сравнения особенностей истории, культуры, обычаев своей и иной культур, понимание культурной специфики и способности объяснения причин и истоков той или иной характеристики культуры.

Лингвистическую компетенцию: способность в соответствии с нормами изучаемого языка правильно конструировать грамматические формы и синтаксические построения.

Социолингвистическую компетенцию (способность использовать и преобразовывать языковые формы в соответствии с ситуацией иноязычного общения).

Социокультурную компетенцию: способность учитывать в общении речевое и неречевое поведение, принятое в стране изучаемого языка.

Социальную компетенцию: способность взаимодействовать с партнерами по общению, владение соответствующими стратегиями.

Дискурсивную компетенцию: способность понять и достичь связности отдельных высказываний в значимых коммуникативных моделях.

Стратегическую компетенцию: умение пользоваться наиболее эффективными стратегиями при решении коммуникативных задач.

Предметную компетенцию: знание предметной информации при организации собственного высказывания или понимания высказывания других людей.

Предметно-профессиональную: способность оперировать знаниями в условиях реальной коммуникации с представителями изучаемой культуры, проявление эмпатии, как способности понять нормы, ценности и мотивы поведения представителей иной культуры.

Коммуникативную: способность устанавливать и налаживать контакты с представителями различных возрастных, социальных и других групп родной и иной лингвокультур, возможность быть медиатором между собственной и иноязычными культурами.

Прагматическую компетенцию: умение выбирать наиболее эффективный и целесообразный способ выражения мысли в зависимости от условий коммуникативного акта и поставленной задачи

### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- взаимосвязь, взаимовлияние и взаимодействие языка и культуры;
- роль языка как органической части культуры в жизни человека, его поведении и общении с носителями других языков и других культур, национальной самобытности и идентичность народов;
- представление о культурно-антропологическом взгляде на человека, его образ жизни, идеи, взгляды, обычаи, систему ценностей, восприятие мира – своего и чужого;
- влияние культуры посредством языка на поведение человека, его мировосприятие и жизнь в целом;
- историю возникновения, этапы развития и методы обучения межкультурной коммуникации;
- содержание понятия «культура», её роль в процессе коммуникации, а также соотношение с такими понятиями, как «социализация», «инкультурация», «аккультурация», «ассимиляция», «поведение», «язык», «идентичность», «глобальная гражданственность»;
- влияние различных социальных трансформаций на изменение культурной идентичности;
- особенности восприятия других культур, причины предрассудков и стереотипов в межкультурном взаимодействии;
- механизмы формирования межкультурной толерантности и диалога культур;
- типы, виды, формы, модели, структурные компоненты межкультурной коммуникации;

- нормы и стили межкультурной коммуникации;
- ментальные особенности и национальные обычаи представителей различных культур, культурные стандарты этнического, политического и экономического плана;
- языковую картину мира носителей иноязычной культуры, особенности их мировидения и миропонимания;
- этические и нравственные нормы поведения в инокультурной среде;
- языковые нормы культуры устного общения, этические и нравственные нормы поведения, принятые в стране изучаемого языка; стереотипы и способы их преодоления; нормы этикета стран изучаемого языка;
- методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации;
- этапы жизненного цикла проекта; этапы разработки и реализации проекта; методы разработки и управления проектами;
- методики формирования команд; методы эффективного руководства коллективами; основные теории лидерства и стили руководства;
- правила и закономерности личной и деловой устной и письменной коммуникации; современные коммуникативные технологии на русском и иностранном языках; существующие профессиональные сообщества для профессионального взаимодействия;
- закономерности и особенности социально-исторического развития различных культур; особенности межкультурного разнообразия общества; правила и технологии эффективного межкультурного взаимодействия;
- методики самооценки, самоконтроля и саморазвития.

**уметь:**

- применять методы изучения культурных систем и межкультурных ситуаций;
- воспринимать, анализировать, интерпретировать и сравнивать факты культуры;
- определять роль базовых культурных концептов в межкультурной коммуникации;
- находить адекватные решения в различных ситуациях межкультурного общения;
- анализировать особенности межкультурной коммуникации в коллективе;
- рефлексировать ориентационную систему собственной культуры;
- распознавать и правильно интерпретировать невербальные сигналы в процессе межкультурного общения;
- составлять коммуникативный портрет представителя иной лингвокультуры;
- раскрывать значение понятий и действий в межкультурной ситуации;
- анализировать совпадения и различия в коммуникативном поведении с позиций контактируемых культур;



- адекватно реализовывать свое коммуникативное намерение в общении с представителями других лингвокультур;
- переключаться при встрече с другой культурой на другие не только языковые, но и неязыковые нормы поведения;
- определять причины коммуникативных неудач и применять способы их преодоления;
- занимать позицию партнера по межкультурному общению и идентифицировать возможный конфликт как обусловленный ценностями и нормами его культуры;
- успешно преодолевать барьеры и конфликты в общении и достигать взаимопонимания;
- раскрывать взаимосвязь и взаимовлияние языка и культуры;
- толерантно относиться к представителям других культур и языков;
- анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции;
- уважительно и бережно относиться к историческому наследию и культурным традициям;
- использовать модели социальных ситуаций, типичные сценарии взаимодействия участников межкультурной коммуникации;
- руководствоваться принципами культурного релятивизма и этическими нормами, предполагающими отказ от этноцентризма и уважение своеобразия иноязычной культуры и ценностных ориентаций иноязычного социума;
- преодолевать влияние стереотипов и осуществлять межкультурный диалог в общей и профессиональной сферах общения;
- моделировать возможные ситуации общения между представителями различных культур и социумов;
- применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации;
- разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта; управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла;
- разрабатывать план групповых и организационных коммуникаций при подготовке и выполнении проекта; сформулировать задачи членам команды для достижения поставленной цели; разрабатывать командную стратегию); применять эффективные стили руководства командой для достижения поставленной цели;
- применять на практике коммуникативные технологии, методы и способы делового общения для академического и профессионального взаимодействия;

- определять теоретическое и практическое значение культурно-языкового фактора при взаимодействии различных философских и научных традиций;
- понимать и толерантно воспринимать межкультурное разнообразие общества; анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия;
- решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности; применять методики самооценки и самоконтроля.

**владеть:**

- нормами этикета и поведения при общении с представителями иноязычной культуры;
- принципами толерантности при разрешении межкультурных противоречий;
- методами коммуникативных исследований, умением применять полученные знания в научно-исследовательской деятельности, устной и письменной коммуникации;
- коммуникативными стратегиями и тактиками, характерными для иных культур;
- навыками корректного межкультурного общения, самостоятельного анализа межкультурных конфликтов в процессе общения с представителями других культур и путей их разрешения;
- умением правильной интерпретации конкретных проявлений вербального и невербального коммуникативного поведения в различных культурах;
- навыками коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия;
- навыками деятельности с ориентиром на этические и нравственные нормы поведения, принятые в инокультурном социуме;
- необходимыми интеракционными и контекстными знаниями, позволяющими преодолевать влияние стереотипов и адаптироваться к изменяющимся условиям при контакте с представителями различных культур;
- методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий;
- методиками разработки и управления проектом; методами оценки потребности в ресурсах и эффективности проекта;
- умением анализировать, проектировать и организовывать межличностные, групповые и организационные коммуникации в команде для достижения поставленной цели; методами организации и управления коллективом;
- методикой межличностного делового общения на русском и иностранном языках, с применением профессиональных языковых форм, средств и современных коммуникативных технологий;

- методами и навыками эффективного межкультурного взаимодействия;
- технологиями и навыками управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки, самоконтроля и принципов самообразования в течение всей жизни.

### **Темы и разделы курса:**

#### **1. Тема 1. Искусственный интеллект и сознание человека. Создание этических кодексов для искусственных интеллектуальных систем**

Обзор этических проблем при создании искусственного интеллекта. Проблема принятия самостоятельного решения и искусственного интеллекта. Этические ограничения на этапе программирования систем искусственного интеллекта. Проблема ответственности разработчиков систем искусственного интеллекта. Обзор основных подходов к пониманию этики искусственного интеллекта. Искусственный интеллект и проблема свободы воли. Законы А. Азимова и их критика современными IT специалистами. Сообщество человекоподобных роботов. Этико-философский анализ условий практического применения искусственного интеллекта. Анализ практики использования беспилотных автомобилей. Проблема возможной опасности со стороны искусственного интеллекта для человека. Проблема замещения биологических форм жизни техническими интеллектуальными системами. Искусственный интеллект и идея киборгизации тела человека. Искусственный интеллект и проблема социального неравенства.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: объяснять этические принципы искусственного интеллекта; обсуждать направления развития искусственного интеллекта и его роль в междисциплинарных исследованиях, дискутировать и выражать собственное мнение по различным вопросам возможной опасности со стороны искусственного интеллекта для человека.

#### **2. Тема 2. Искусственный интеллект в науке: социально-философские проблемы**

Внедрение искусственного интеллекта в жизнь человека, в том числе в различные области науки. Делегирование человеком части своей работы искусственному интеллекту. «Мнение» машин. Развитие экологии, медицины, космической отрасли при участии искусственного интеллекта. Социальная история искусственного интеллекта. Взаимодействие с искусственным интеллектом. Невидимая работа в системах искусственного интеллекта. Этика искусственного интеллекта. Автоматизированная наука. Социальные последствия автоматизации труда в результате внедрения систем искусственного интеллекта. Искусственный интеллект в физике и астрономии. Использование искусственного интеллекта для разработки новых моделей для решения сложных физических проблем. Целевые и нецелевые открытия. Системы «глубокого обучения». Практики коммуникации пользователей с системами искусственного интеллекта.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах на иностранном языке: описывать истоки возникновения искусственного интеллекта, основные положения его философии; рассказывать об особенностях развития искусственного интеллекта, дискутировать на заданную тематику.

### 3. Тема 3. Нейроэтика и биоэтика: основные подходы к соотношению регулятивов использования искусственного интеллекта в медицине

Разработка систем искусственного интеллекта и их практическое применение в различных сферах жизни общества обострило дискуссии об условиях и формах регулирования со стороны права и этики, связанных с искусственным интеллектом научных, технологических и социальных практик. Тема раскроет проблемное поле складывающейся междисциплинарной области исследований – нейроэтики на основе новейших программных документов, публикаций и авторских исследований в сравнении с биоэтикой.

Коммуникативные навыки: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: описывать области практического применения искусственного интеллекта; трансформировать научные тексты (из устной речи в письменную, из научного и научно-публицистического стиля в разговорный и т.д.); переводить научные тексты с учетом культурного контекста и жанрово-стилевой принадлежности.

### 4. Тема 4. Искусственный интеллект в образовании: цели, результаты, ограничения

Цели применения систем искусственного интеллекта в образовании. Основные результаты и риски применения технологий искусственного интеллекта в образовании. Типология целей применения систем искусственного интеллекта, соответствующая трем ключевым аспектам понимания образования (образование как система, образование как процесс, образование как результат). Применение систем искусственного интеллекта в образовании как проявление значимых трендов развития образования. Технологии искусственного интеллекта и проблемы управления образованием: на пути к формированию доказательной образовательной политики. Критерии оценки эффективности поддержки искусственным интеллектом управленческих решений в образовательной сфере. Трансформация моделей взаимодействия субъектов образования при внедрении систем искусственного интеллекта: влияние на автономность и ответственность субъектов, на результаты социализации и воспитания, на трудоемкость и прозрачность образовательного процесса. Перспективы появления систем «человек-ИИ» как обучаемых агентов. Искусственный интеллект как инструмент мониторинга и фиксации образовательных достижений и затраченных ресурсов. Цифровой образовательный след как товар. Конфликты автономии субъектов и статуса персональных данных. Ключевые риски использования искусственного интеллекта в образовании. Проблемы экзистенциальной безопасности человека в образовании и антропологическая сущность образования. Социогуманитарная экспертиза целей и практик применения искусственного интеллекта в образовании: цели и формы.

Коммуникативные навыки: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: обсуждать применение технологий искусственного интеллекта в образовании; приводить примеры возможностей использования искусственного интеллекта в различных отраслях научного знания; рассуждать и приводить различные примеры недостатков и перспективы появления систем «человек-ИИ» как обучаемых агентов.

### 5. Тема 5. Искусственный интеллект и современное искусство

Исторические аспекты использования технологии искусственного интеллекта в искусстве. Проекты Г.Козна Трансформация представлений о том, что такое искусство, творчество,

кто есть художник/творец в связи с применением искусственного интеллекта. Анализ проектов арт-группы 18apples. Проекты арт-группы Obvious, их влияние на развитие science-art.

Коммуникативные навыки:

осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: строить логические высказывания о использовании технологий искусственного интеллекта в искусстве, рассуждать о трансформации представлений о том, что такое искусство, творчество, кто есть художник/творец, возможностях проектов арт-группы 18apples, арт-группы Obvious, их влияние на развитие science-art, жизненных перспективах.

6. Тема 6. Этическое регулирование технологий искусственного интеллекта: ключевые подходы

Специфика этического регулирования искусственного интеллекта. Обзор основных подходов этического регулирования искусственного интеллекта. Кодекс этики в сфере искусственного интеллекта.

Коммуникативные навыки: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: рассказывать о собственной социальной позиции и основных подходах к этическому регулированию искусственного интеллекта; осуществлять поиск необходимой информации по тематике; рассуждать на тему Кодекса этики в сфере искусственного интеллекта.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Архаические мифологии и европейская рациональность**

#### **Цель дисциплины:**

Цели курса – рассмотреть мифологию и классическую научную рациональность как конкурирующие стратегии «истолкования мира»; ознакомить слушателей с основными мотивами, сюжетами, персонажами архаических мифов, их функционированием «по ту сторону первобытного мировоззрения», в языке и имагинариуме европейской науки, а также с основными способами истолкования мифологии в современном гуманитарном и социальном знании.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомиться с основным репертуаром мифологических мотивов, сюжетов, метафор, персонажей, архетипов на пространстве от Огненной Земли до Полярного Круга, маршрутами их циркуляции, основными теориями происхождения;
- рассмотреть основные методы работы с мифологическим материалом – культурно-антропологические, философские, социологические, лингвистические, археологические, – на перекрестке которых образуется пространство сравнительной мифологии;
- отталкиваясь от знаменитой идеи Джамбаттисты Вико, согласно которой каждая метафора – это маленький миф, поговорить о мифологических истоках концептуальной или когнитивной метафоры в естественных, социальных и точных науках;
- сформировать представления об отличительных чертах архаических образов и сюжетов, о характере их трансформаций в жреческих мифологических системах, в классической греко-римской мифологии и в философии периодов греческой классики и эллинизма;
- проследить формы жизни архаического мифа «по ту сторону» первобытного мировоззрения – в литературе, живописи, архитектуре, историографии, кинематографе;
- привить умение распознавать «базовые мифы» больших исторических нарративов, идеологий, массовых представлений об обществе, социальной жизни, достижениях науки и т.д.;
- познакомиться с мифологическим бэкграундом словаря визуальных архетипов – «формулы выражения страсти», по Аби Варбургу, - и проследить основные маршруты и центральных акторов «великого переселения образов».

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

**знать:**

- методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;
- стилистические особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках.

**уметь:**

- анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов;
- следовать основным нормам, принятым в научном общении на государственном и иностранном языках.

**владеть:**

- навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;
- навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных;
- навыками анализа научных текстов на государственном и иностранном языках.

**Темы и разделы курса:**

1. Теории мифа в исторической ретроспективе: от Фрэнсиса Бэкона до Ю.Е. Березкина

Что такое «миф»? Греческая генеалогия этого понятия (μῦθος): Гомер – Платон – александрийские филологи. Ренессансные и барочные мифологии: Джованни Боккаччо, Наталис Комес, Фрэнсис Бэкон, Джамбаттиста Вико. Основные современные теории мифа: гипотеза о мифе как «болезни языка» или «натурализованной метафоре» (М. Мюллер), лингвистическая теория мифологии, «семантическая палеонтология» О.М. Фрейденберг, структуралистская теория мифа (К. Леви-Стросс), миф как асемантическая структура (Ю.Е. Березкин). Мифологии и теории коллективных представлений от Э. Дюркгейма до С. Московичи. Миф в психоанализе З. Фрейда, теория архетипов в психоанализе К.Г. Юнга. Примеры анализа архетипов в произведениях литературы XIX – XXI вв. и кино.

2. Переменные и инварианты мифологического мира: мотивы, сюжеты, персонажи, нарративы

Что делает миф мифом: нарратив, сюжет, мотив, речевой акт, образ? Миф и фикция – фикция в литературе, юриспруденции, естественных и точных науках (геометрии, алгебре, физике). Следы архаических мифов в народных и авторских сказках. А.Н. Веселовский и понятие мотива. В.Я. Пропп, его труды «Морфология сказки» и «Русские аграрные

праздники» и учение о функциях. Сравнительный анализ мотивов в четырех «Золушках»: сказках «Свиной чехол» из собрания А.Н. Афанасьева, «Кошка-Золушка» Дж. Базиле, «Золушка» братьев Гримм, «Золушка, или Хрустальная туфелька» Ш. Перро. Понятие мотива в работах С.Ю. Неклюдова. Мифологический персонаж как апоретическая конструкция: развертывание мотива в диэкзодические структуры, семантическая и функциональная поливалентность мифологического персонажа, рождение сюжета из атрибутов мифологического героя (на примере повествований с участием не прошедшего инициацию женского персонажа в славянских, германских традициях, греческих мифах и культурах). Работы Е.М. Мелетинского о мифологическом мышлении. Учение Н.В. Брагинской о конвергенции «Священный брак и смерть Офелии: от Шумера до Шекспира», «Дафнис и Энкиду», «Конвергенция в мифологии: случай Еврибата». Мифологическое и сакральное: пересечения и границы. Работа С.Н. Зенкина «Небожественное сакральное».

Каталог Аарне – Томпсона. Мотивная база Ю.Е. Березкина: универсальное собрание мифологических мотивов как способ реконструкции древнейших путей миграции человечества. Обучение работе с базой Ю.Е. Березкина на примере анализа мифов о возникновении мира в традициях угро-финских, славянских народов и индейских племен Северной Америки.

### 3. Миф по ту сторону первобытного мировоззрения: от греческой трагедии до Джорджа Лукаса

Отличительные черты архаических сюжетов и образов: сравнительный анализ некоторых повествований народов Папуа – Новой Гвинеи и ирландских кельтов. Хтонические культы и персонажи. Сравнение сюжетов экзотических мифологических традиций с классическими греческими мифами и овладение умением различать архаический субстрат в классической мифологии и сказках Нового времени. Переход от мифа к понятийному мышлению в Греции: рождение античного театра, эпоса, литературы и историографии из ложа мифологической культуры. Миф между ритуалом и литературой: эволюция трагического сюжета в аттической трагедии. «Правдоподобный миф» в диалогах Платона и генезис мысленного эксперимента. Мифологический и фольклорный субстрат средневековой литературы. Возвращение мифологии в науку: Боккаччо. Мифология как главный ключ к архаическому мышлению: «поэтическая мудрость» у Джамбаттисты Вико. Обращение культуры модернизма к экзотическим мифологическим традициям. Мифологическое как контрадикторная оппозиция научному в европейском позитивизме и критика этих представлений. «Тысячеликий герой» Дж. Кэмпбелла как настольная книга голливудских сценаристов и маркетологов.

### 4. Рождение научной рациональности из расколдовывания мифа: от Фалеса Милетского до Галилео Галилея

От рождения понятия «фюсис» в Милетской школе («мир без богов и даймонов») до сверхъестественных персонажей в учении Парацельса. Мифологические фигуры и тропы в средневековой и ренессансной науке: собственная мифология ятрохимиков и алхимиков. Мифологические тропы в ренессансной эпистеме. Переход от «священной физики» к секулярной космологии и космогонии после Галилея и Декарта. От демифологизации истории в античности (эвгемеризм как рационалистическое перекодирование мифологии) до «Розы мира» Даниила Андреева. Возрождение средневековой германской мифологии: от Р.Вагнера до Ю. Эвола. Спекулятивные мифологии романтических философов,



натурфилософия и науки о природе XIX столетия (Шеллинг, Окен др.). Концепции секуляризации в социологии (Т. Парсонс, П. Бергер, Т. Лукман) и демифологизации в философии (Р. Бультман).

#### 5. Мифы в науке, о науке, против науки: мифологический ореол классической рациональности

Концепция «современного мифа» Ролана Барта. Концепт «мифа» присутствует в горизонте науки в нескольких формах. Самая известная из них – это трансмедийная формация популяризации науки, от целых научно-популярных монографий до ютуб-роликов в жанре «ученые против мифов». Здесь «миф» используется как пейоративная метафора, служащая для обозначения лженаучных представлений (из-за этого метафорического использования происходит мифологизация самого понятия мифа). В социологии знания и коллективных представлений особым предметом изучения выступают мифы как коллективные представления о характере научного знания и содержании научной деятельности. Однако мифологические структуры могут быть также и имманентными самому научному знанию. По точному определению Брингхерста, «миф – это теорема о природе реальности, выраженная не в форме алгебраических символов или неодушевленных абстракций, но в нарративной форме и форме одушевленных существ»; его можно описать как «альтернативную форму науки», при том что «гипотезы мифа оформляются как истории, а не как уравнения, технические описания и таксономические правила». Научное понимание, как любой вид понимания, начинается с «метафорического переописания феноменов», и в языке многих наук сохраняются следы мифологического влияния: можно привести в пример такие, например, мифологические по своему происхождению концепты, как дарвиновская метафора «равновесия в биологии» или «зрительный луч». Предметом нашего специального внимания станет взаимная проекция описания науки, в том числе научных (например, лабораторных) практик, и архаических культуры в особых междисциплинарных направлениях, таких как этнобиология или этнометодология.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Аэротермодинамика гиперзвуковых летательных аппаратов**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение теоретических основ аэротермодинамики гиперзвуковых летательных аппаратов (ГЛА). Применение методов компьютерной физики, основанных на подходах теории численных методов и математического моделирования к описанию структуры течения в области вокруг ГЛА.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение теоретических знаний о структуре течения и протекающих физико-химических процессах в области вокруг ГЛА;
- освоение студентами базовых знаний в области компьютерной физики;
- приобретение теоретических знаний в области компьютерной физики;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований при описании аэротермодинамики ГЛА;
- освоение студентами базовых знаний для дальнейшего изучения методов и подходов компьютерной физики в применении описания полета ГЛА.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия современной компьютерной физики;
- современные проблемы компьютерной физики и химии;
- основные (базовые) методы компьютерной физики;
- математический аппарат теории численных методов.

##### **уметь:**

- пользоваться численными методами для решения фундаментальных и прикладных задач в области физики;
- производить численные оценки по порядку величины;

- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемой физической проблеме;
- получать наилучшие значения измеряемых величин и правильно оценить степень их достоверности.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- культурой постановки и численного моделирования физических задач;
- навыками грамотной обработки результатов численного моделирования и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой компьютерного исследования и решения теоретических и прикладных задач.

**Темы и разделы курса:**

1. Вычислительная физика реагирующих потоков

Численное моделирование реагирующих потоков. Постановка задач и используемые подходы.

2. Имитационное моделирование в динамике газа и плазмы

Общие принципы имитационного моделирования в динамике газа и плазмы.

3. Основы методов конечных разностей

Постановка задач и обзор проблем.

4. Уравнения в частных производных

Физическая классификация уравнений. Корректно поставленные задачи.

5. Основы метода конечных разностей

Основные методы решения конечно-разностных уравнений при неявной аппроксимации. Разностные схемы для многомерных нестационарных модельных уравнений.

6. Применение метода конечных разностей для решения модельных уравнений

Уравнение теплопроводности, Уравнение Лапласа.

7. Основные уравнения механики жидкости и теплообмена

Уравнения Рейнольдса для турбулентных течений, введение в моделирование турбулентности.

8. Численное моделирование ударных волн

Численное моделирование процессов на основе уравнений Навье-Стокса. Явные и неявные схемы для медленных течений. Различия в схемах для сжимаемых и несжимаемых течений.

9. Численное моделирование уравнений Навье-Стокса

Уравнения Навье — Стокса в приближении тонкого слоя. Уравнения вязкого ударного слоя.

10. Численные методы решения уравнений сечения невязкой жидкости

Уравнения Навье — Стокса для сжимаемой жидкости.

11. Численные методы решения уравнений типа уравнений пограничного слоя

Конечно-разностные методы расчета двумерных и осесимметричных стационарных внешних течений.

12. Численные методы решения параболизированных уравнений Навье — Стокса

Численное моделирование процессов на основе уравнений Навье-Стокса. Уравнения Навье — Стокса в приближении тонкого слоя.

13. Методы построения расчетных сеток

Алгебраические методы. Методы, основанные на решении дифференциальных уравнений.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Базы данных**

#### **Цель дисциплины:**

Ознакомить слушателей с основными источниками данных, используемых в геномной и структурной биоинформатике, а также с базовыми алгоритмами и программными пакетами для анализа получаемых данных.

#### **Задачи дисциплины:**

Сформировать актуальные знания по:

- 1) Источникам данных, используемых в биоинформатике
- 2) Способам хранения геномных данных
- 3) Способам анализа геномных данных, в частности выравнивания нуклеотидных последовательностей и построения филогенетических деревьев
- 4) Способам хранения данных о молекулярных структурах
- 5) Подходам к анализу структурных данных
- 6) Подходам к визуализации структурных данных
- 7) Моделированию методом молекулярной динамики
- 8) Подходам к виртуальному скринингу лигандов и разработки лекарств на основе структурных данных

Сформировать навыки использования общественно доступных баз данных с целью получения геномных и структурных данных; анализа последовательности генов, в частности выравнивание последовательностей и восстановление филогенетического дерева; визуализации структуры биологических молекул; анализа структуры биологических молекул, в частности выполнение структурное выравнивание, производить сравнение двух и более структур, производить расчеты геометрических характеристик.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

**знать:**

- 1) Источники данных, используемых в биоинформатике
- 2) Способы хранения геномных данных
- 3) Способы анализа геномных данных, в частности выравнивания нуклеотидных последовательностей и построения филогенетических деревьев
- 4) Способы хранения данных о молекулярных структурах
- 5) Подходы к анализу структурных данных
- 6) Подходы к визуализации структурных данных
- 7) Моделирование методом молекулярной динамики
- 8) Подходы к виртуальному скринингу лигандов и разработки лекарств на основе структурных данных

**уметь:**

- 1) Пользоваться общественно доступными базами данных с целью получения геномных и структурных данных
- 2) Анализировать последовательности генов, в частности делать выравнивание последовательностей и восстановление филогенетического дерева
- 3) Визуализировать структуры биологических молекул
- 4) Анализировать структуры биологических молекул, в частности выполнять структурное выравнивание, производить сравнение двух и более структур, производить расчеты геометрических характеристик

**владеть:**

- 1) Навыками выбора методов и средств решения задач исследования
- 2) Методами теоретического и экспериментального исследования
- 3) Навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных), обработки, анализа и систематизации информации
- 4) Навыками критического анализа и оценки современных научных достижений

**Темы и разделы курса:**

1. Понятие базы данных

Какие биологические данные можно хранить в базах данных? Обзор основных существующих биологических баз данных. Обзор форматов биологических данных. Как конвертировать разные форматы биологических данных?

2. Аминокислотная последовательность белка

Знакомство с базой данных Uniprot, продвинутый поиск в Uniprot. База данных Pfam. Практическое задание: выжать как можно сведений о некотором белке с помощью упомянутых баз данных. Работа с выравниваниями, загруженными из Pfam, с помощью программы JalView. Понятие филогенетического дерева. Извлечение филогенетических деревьев из базы Pfam. Работа с филогенетическими деревьями в программе MEGA7.

### 3. Знакомство с базами данных нуклеотидных последовательностей, их история

Знакомство с различными базами данных NCBI. Работа с выравниваниями нуклеотидных последовательностей в программе JalView. Работа с геномным браузером.

### 4. BLAST: краткое теоретическое введение

Практические задания по работе с BLAST: разные виды BLAST, управление параметрами BLAST, переключение на разные базы данных.

### 5. Биологические структуры, база Protein Data Bank

Структура файла формата .pdb, основы работы в PyMol, построение пространственного выравнивания с помощью PDBeFold.

### 6. Краткие принципы биологической классификации и таксономии

Краткие принципы биологической классификации и таксономии. Знакомство с некоторыми таксономическими базами данных (IT IS, NCBI, EOL).

### 7. Понятие метаболических путей, сигнальных путей

Понятие метаболических путей, сигнальных путей. Функциональные базы данных: GO, KEGG.

### 8. База данных OMIM

Базы мутаций. База данных PubMed. Как искать биологическую литературу с помощью PubMed и Google Scholar?

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Быть зрителем**

#### **Цель дисциплины:**

Создание макрообъяснительной модели становления и развития современной театральной культуры и перформативных практик на базе антропологических исследований.

#### **Задачи дисциплины:**

- знакомство слушателей с методами анализа современного театра и шире – театральной культуры, которые существуют на стыке разных дисциплин (театроведение, performance studies, cultural studies, социология театра, социология культуры);
- освоение особенностей истории развития и функционирования современной театральной культуры: специфики ее институционального функционирования, ее жанровых и текстовых особенностей; а также места театра в современной культуре;
- формирование представлений о принципах написания истории театра сегодня; - Знакомство слушателей с разными типами работы с театральным материалом;
- формирование навыков обращения с конкретными театральными высказываниями (анализа спектаклей, театрального критического дискурса и т.п.) и ориентации в современной театральной ситуации);
- создание дискуссионной беседы об изученном вопросе.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- общие тенденции в современных исследованиях театра;
- специфику современного театра как культурного феномена и о современные подходы к его изучению.

##### **уметь:**

- самостоятельно включать знания по истории театра в общий культурный контекст.



**владеть:**

- первичными навыками работы с научной литературой и источниками.

**Темы и разделы курса:**

## 1. Режиссер и актер как культурные герои эпохи модернити

## Тема 1. Режиссер и актер как культурные герои эпохи модернити.

Презентация основных идей, методов и оптик работы с явлениями современного театра. Понимание театра как сложного культурного явления, имеющего свою институциональную структуру, где «нетеатральные» (экономические, технологические, социальные) составляющие рассматриваются с собственно театральной компонентой (спектакль как результат коллективного творчества) в неразрывной связи. Классическое театроведение и проблема исследования современного театрального процесса. Проблема фиксирования театральных явлений (источники изучения истории театра). Исключение современного театра из исследовательского контекста в российском театроведении. Концепция литературного поля П.Бурдые и ее применимость к контексту современного театра. Проблематизация «современного театра» в зарубежных исследованиях. Концепт «постдраматического театра» (Х.-Т. Леманн). Э.Фишер-Лихте о театре и перформансе. Базовые понятия курса (режиссерский театр, постдраматический театр, «театр художника», перформанс, новая драма). Исследовательский текст как пример: его устройство, проблемы, поставленные и решенные.

## 2. Морфология театрального спектакля: темы – сюжеты - интриги

«Как сделан» театральный спектакль: внутренние и внешние границы театрального спектакля. Семиотика театра. Основные агенты «театрального поля»: драматург, режиссер, актер, зритель, критик.

## 3. Театр в большом городе

Поход в театр как культурная практика. Феномен театромании. Театр как городской институт в европейской культуре: исторический экскурс. Театр в большом городе. Топография, социология и антропология зрительного зала. Как устроен театр. «Театр начинается с вешалки»?

Театральная карта большого города. Можно ли говорить о театральной географии? Понятие театральной географии. Театр и «гений места». Театральная жизнь в Париже в XIX веке. П.Бурдые о парижских театрах на Правом и Левом берегу Сены. Театральная география современной Москвы.

## 4. Актер – роль – маска –амплуа - имидж

Представление себя другим в повседневной жизни и различных социальных и культурных практиках. Театральные коды в публичной жизни большого города в Европе XVIII-XX вв. (Р.Сеннет, И.Гофман). «Работа актера над собой» Станиславского и влияние его концепции на формирование идентичности человека XX века. Концепция осуждения Бертольта Брехта

и ее влияние на формирование идентичности человека XX века. «Общество спектакля» Ги Дебора.

#### 5. Спектакль. Драматическая ситуация; Сцена и зрелище. Шоу-бизнес. Театр и ритуал

Драматическое и «спектаклевое» мышление в современной массовой культуре. Драматическая интрига. Как рассказать историю театральными средствами. Концепт постдраматического.

Массовость и соборность в современной культуре. Судьба античного хора в истории европейского театра. Театр и массовые сцены. Массовые сцены в современных шоу. Коллективные персонажи в музыкальном театре. Зрелищные аспекты современной культуры. Шоу как жанр и метафора. Элементы зрелищности в современном театре: мюзикл.

#### 6. Театр без зрителя. Театр и эксперимент. Лабораторный театр. Возникновение идеи театра без зрителя

Пафос и сильные чувства: их источники в культуре современности. Современный театр в поисках катарсиса. Жанр трагедии в современном театре.

Пространственные и временные аспекты театрального спектакля. Контртеатральные жесты в современном театре. Понятие границы в современном театре. Нарушение пространственных и временных границ как контртеатральный жест

Театр как «вещь в себе». Театр без зрителя. Театр и эксперимент. Лабораторный театр. Возникновение идеи театра без зрителя. «Бедный театр» Ежи Гротовского. Эксперименты Анатолия Васильева.

Слово и дело в театральном спектакле. Театр и перформанс. Сближение театра и перформанса в современной культуре. Антонен Арто и его «театр жестокости». Театр и сюрреализм. Концепции перформативности Э.Фишер-Лихте и К.Чухров.

#### 7. Интрига непредсказуемости в современных культурных практиках. Театр и спорт

Театр как искусство сюжунутности. Интрига непредсказуемости в современных культурных практиках. Театральные аспекты современного спорта. Эффект прямого эфира в современной культуре. Новая жизнь импровизации и открытого финала в современном театре. Современный спорт: тело, технология, шоу, прямой эфир, открытый финал. Спортивный болельщик и театральный зритель: сопоставительный анализ.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Введение в историю изобразительного искусства**

#### **Цель дисциплины:**

Курс ставит своей целью ознакомить слушателей с необходимыми для дальнейшего освоения дисциплин знаниями и понятиями. Внедрение возможностей и методов естественных наук в область изучения и сохранения объектов культурного наследия невозможно без базового представления об истории искусства. Слушатели получают уникальную возможность получить эти знания на примере собрания Государственной Третьяковской галереи, где хранятся памятники национального искусства, начиная с 11 века и заканчивая объектами современного искусства.

#### **Задачи дисциплины:**

Дать слушателям представление о предмете искусства, его разнообразии и способах восприятия. Обучающиеся должны получить базовые знания о хронологии развития истории национального искусства через знакомство с собранием Третьяковской галереи. Совокупность этих знаний готовит слушателей к задаче 2 части курса – пониманием, как и зачем следует изучать объект культурного наследия современными, в том числе, физико-оптическими и химическими методами.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные этапы и особенности развития национального искусства, причины значимости изучения и сохранения объектов культурного наследия.

##### **уметь:**

- различать основные виды и жанры изобразительного искусства.

##### **владеть:**

- полученными знаниями основных этапов развития национального искусства.

## Темы и разделы курса:

### 1. Искусство живописи и скульптуры XVIII- первой половины XIX века

История русского искусства этого периода развернута в залах № 1 – 15 основной экспозиции Государственной Третьяковской галереи на Лаврушинском переулке, д.10.

Основная цель занятия – показать эволюцию светской живописи от парсун начала XVIII столетия до расцвета середины XIX века. Познакомить учащихся с основными понятиями видов и жанров изобразительного искусства, объяснить стилистические особенности барокко, рококо, классицизма, романтизма.

Зеркало эпохи – портрет. Корифеи жанра – Ф.Рокотов, Д.Левицкий, В.Боровиковский, О.Кипренский, К.Брюллов, В.Тропинин, А.Венецианов.

Историческая живопись – «Осада Пскова» 1843 кисти К. Брюллова и «Явление Христа народу» А. Иванова 1836-1858.

Пейзаж – от видов Италии к изображению родной природы России: работы Ф.Матвеева и Сильв. Щедрина до городских видов Ф.Алексеева и С.Воробьева.

Жанровая живопись А.Венецианова и П.Федотова – предтеча искусства передвижников

### 2. Искусство живописи и скульптуры второй половины XIX –начала XX века

История русского искусства, развернутая в залах экспозиции Третьяковской галереи. Главные художники, основные объединения и события второй половины 19-начала 20 веков. Эволюция жанров (бытовая живопись, портрет, пейзаж) и стилей, смена стилевых тенденций на рубеже 19-20 вв.

Часть первая: (с 1860-х годов до 1890-х (залы 16-30). Жанристы 1860-х и Василий Перов, Иван Крамской и передвижники 1870—1880-х. Академическое искусство 1860-1890-х, ведущие мастера эпохи - Верещагин, Васнецов, Суриков, Репин (выставка: «Известный и неизвестный Репин»). Роль П.М. Третьякова в истории русского искусства, ее отражение в экспозиции галереи.

Часть вторая: 1880-1890-е до 1910-х гг. (залы 31-48). Новаторство русской живописи: от творчества Николая Ге - начало экспрессии в живописи к поздним представителям «Мир искусства» М.Сарьяну и Н.Рериху. Стилиевые поиски рубежа 19-20 веков – Врубель, Поленов, Левитан, Серов, Коровин, Союз Русских Художников, Мир искусства, Голубая Роза, Борисов-Мусатов и др. Московское училище живописи, ваяния и зодчества и традиции живописной школы в творчестве молодого поколения художников, ученики Куинджи. Влияние французских мастеров из коллекции Щукина и Морозова на отечественное искусство

### 3. Искусство древней Руси. XI-XVII века

Лекция цикла (русское искусство XII-XVII веков) знакомит слушателей с историей древнерусской живописи с домонгольского времени и вплоть до конца XVII века. Древнейшие русские иконы, а также фрагменты мозаик и фресок из Михайловского Златоверхого монастыря в Киеве наглядно демонстрируют, какими путями усваивались на

Руси принципы изобразительного и иконографического канона византийского церковного искусства (зал 56). Эти принципы впоследствии получили самостоятельное развитие в главных художественных центрах XIII-XV веков – Новгороде, Пскове, Москве (залы 57-59) и среднерусских княжествах, а также в творчестве выдающихся русских иконописцев XV столетия – Андрея Рублева и Дионисия (зал 60). О новом отношении к традиции, фундаментальной ее переработке содержания иконописи и ее формальных приемов свидетельствует искусство позднего средневековья, в том числе произведения Симона Ушакова и других мастеров Оружейной палаты (залы 61-62).

#### 4. Искусство XX века

Цель занятия - создания у студентов образа национального искусства, актуального сегодня, в 20-х годах XXI века. Следуя контексту экспозиции ГТГ, занятие позволяет увидеть произведения, связанные с творчеством крупнейших мастеров XX века, с конкретными художественными концепциями и различными историческими периодами, кратко проанализировать пластические особенности произведений живописи и скульптуры, их основные композиционные принципы.

Залы 1 – 15. Русский авангард. Проблема традиционных жанров в живописи первой половины XX в. Портретная концепция в произведениях художников «Бубнового валета». Тема облика и духа, понимание "красоты" модели и красоты краски (И. Машков "Автопортрет", "П-т Е. Киркальди"; А.Лентулов "Автопортрет с женой", «Сиенский портрет «П.Кончаловского»).

Натюрморт как художественное «кредо» 1910- 1920-х годов («Синие сливы» И. Машкова, «Сухие краски» П. Кончаловского). Русский кубизм (Пейзаж и город московском кубизме и кубофутуризме (Москва А. Лентулова, пейзажи 1910-30 гг. П.Кончаловского).

Крупнейшие художественные индивидуальности отечественного искусства XX века. К. Петров – Водкин. Символистское мышление, теория цвета и композиционная система. Мечта о красоте, от реальности к мифотворчеству ("Купание красного коня"). Переключки с иконным образом ("Девушки на Волге", "Петербургская мадонна"). М. Ларионов и Н. Гончарова. значение Ларионова для авангарда 1910-х гг. (выставки этого периода). Творческая цельность Н. Гончаровой, эстетика европейского примитива в ее произведениях 1920-х годов. Между абстракцией и беспредметностью. К. Малевич и супрематизм («Черный квадрат», «П-т Матюшина») Л. Попова («Кувшин на столе», «Двусторонняя композиция»). Работы В. Татлина в ГТГ («Обнаженная натурщица», «Палисандровый рельеф», Летатлин.). В.Кандинский и экспрессия беспредметности («Озеро», Композиция № 7). Концепция «естественного» гротеска и абсурда М. Шагала («Над городом», «Окно на даче»). Принцип «сделанности» в аналитическом искусстве П. Филонова (серии «Корабли», «Ввод в мировой расцвет»).

Залы 16 – 22. Художники АХРР и ОСТ. Академический «натурализм» И. Бродского («Ленин в Смольном»). Новые принципы живописности и станковизма. Экспрессия «графического» монументализма А. Дейнеки («Перед спуском в шахту», «Оборона Петрограда). Ю. Пименов, фото и кино- композиции в его живописи («Даешь тяжелую индустрию», «Новая Москва»).

Проблема соцреализма в искусстве 1930-1950-х гг, А. Герасимов («Сталин и Ворошилов в Кремле», п-ты Лепешинской, «Первая Конная». Б. Иогансон в 1930-1940-е гг. («На старом уральском заводе»).

Художники 60-х и 70-х годов. «Суровый стиль» и произведения московской школы в экспозиции ГТГ - братья Ткачевы («Матери, сестры»); Г. Коржев (Опаленные огнем войны – из цикла, 26 зал); Н. Андронов («Плотогоны»); Т. Салахов («Апшеронский мотив»); В. Попков («Строители Братска»). Станковая картина в живописи Т. Назаренко, Н. Нестеровой.

Скульптурные произведения XX в. - В. Мухина («Крестьянка», «Ветер», «Рабочий и колхозница», п-ты).

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Введение в когнитивные науки**

#### **Цель дисциплины:**

Познакомить студентов с основами фундаментальных социальных, психологических и нейрофизиологических наук в изучении механизмов развития когнитивного потенциала человека.

#### **Задачи дисциплины:**

- Дать представление о теоретических основах и истории когнитивных наук.
- Ознакомить с методами психологического, нейронаучного и математического анализа в когнитивных науках,
- Развить у студентов навык осваивать и анализировать современные нейронаучные и психофизиологические исследования в области когнитивных наук.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- классические и новые научные результаты в области педагогических, психологических и естественных наук, необходимые для осуществления профессиональной и гуманитарной деятельности;
- основные методы и исследования в области психофизиологии, её связи с нейрокибернетикой, компьютерным моделированием, нейротехнологиями и другими дисциплинами.

##### **уметь:**

- критически оценивать различные подходы и интерпретировать их с точки зрения когнитивной нейронауки;
- выбирать адекватный метод математического анализа в соответствии с исследовательской задачей.

##### **владеть:**

- способном освоения классических и новых знаний в профессиональной и гуманитарной деятельности;
- применением методов математического моделирования и статистической обработки результатов когнитивной нейронауки.

### **Темы и разделы курса:**

#### **1. Базовые концепции и история когнитивных наук**

Определение когнитивных наук. когнитивные науки как междисциплинарная область исследований. Основные дисциплины когнитивной науки: психология, лингвистика, нейронаука, информатика, когнитивная антропология, философия.

#### **2. Основные понятия (язык) психологии**

Психология как наука, изучающая закономерности возникновения, развития и функционирования психики и психической деятельности человека и групп людей. Фундаментальная психология, механизмы и законы психической деятельности, прикладная психология, психические явления в естественных условиях, практическая психология, психиатрия, психотерапия, проблемы эмоционального, личностного, социального характера.

#### **3. Основные понятия (язык) нейронауки**

Нейробиология, Нейрофизиология Клиническая нейронаука Когнитивная нейробиология Культурная нейронаука Нейролингвистика Нейропсихология. Нейроэвристика. Нейроэтология. Психофизиология. Социальная нейронаука, нейроархитектура, нейроэтика, нейроэкономика

#### **4. Основные методы психологии и педагогики**

Методы сбора информации (самонаблюдение, наблюдение, изучение результатов деятельности, изучение документов, метод опроса, метод тестов, эксперимент, биографический метод); методы обработки данных (статистический анализ, другие математические методы; психологический анализ процесса и продуктов творческой деятельности; методы психологического воздействия (дискуссия, тренинг, формирующий эксперимент, убеждение, внушение, релаксация и другие).

#### **5. Основные методы нейронауки**

Нейровизуализация , методы, позволяющие визуализировать структуру, функции и биохимические характеристики мозга, Нейроинженерия использующая различные инженерные методы для изучения, восстановления, замены или укрепления нервной системы. Нейрофармакология.

#### **6. Моделирование в когнитивных науках**

Нейроинформатика. Вычислительная нейробиология - наука, использующая вычислительные процессы для того, чтобы понять, как биологические системы продуцируют поведение, информационные технологии (вычислительные технические средства и программное обеспечение, специализированные для сбора, ввода и обработки



психологических данных; программы обработки статистических данных; методы обработки больших данных).

#### 7. Компьютерные нейротехнологии

Магнитно-резонансная томография (МРТ) (фМРТ). Компьютерная томография (КТ). Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ). Транскраниальная магнитная стимуляция. Микрополяризация. Оптогенетика. Нейробиоуправление.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Введение в технику современного эксперимента**

#### **Цель дисциплины:**

- формирование у обучающихся специализированных представлений в области планирования научного эксперимента, приемах накопления, упорядочения, хранения экспериментальных данных, культуре оформления и представления данных в виде научных отчетов, сопровождаемых иллюстрациями, таблицами, графиками и диаграммами.

#### **Задачи дисциплины:**

- углубление базовых и формирование специализированных знаний и представлений о принципах работы с основными современными программными пакетами для проведения аналитических расчетов (MathCad, WolframMathematica и аналоги) и обработки больших массивов накопленных данных (OriginPro и аналоги), представления научных отчетов в графическо-текстовом формате, а также в формате электронных презентаций (MicrosoftOffice и аналоги), автоматизации проведения расчетов и экспериментов (AutoIt и аналоги), возможностях интерактивной среды для моделирования научных и технологических процессов (COMSOL Multiphysics и аналоги).

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные принципы планирования научного эксперимента;
- основные аналитические подходы для анализа полученных экспериментальных результатов;
- основные принципы и общепринятые формы представления результатов научных исследований, сопровождаемых иллюстративным материалом (эскизами, таблицами, графиками и диаграммами);
- основные подходы к исследованию химических источников тока (ХИТ) от материала до устройства.

##### **уметь:**

- упорядочивать полученные экспериментальные данные и эффективно их обрабатывать;
- обосновывать выбор того или иного алгоритма обработки данных исходя из общей его эффективности;
- представить результаты проведенного исследования в наглядном, непротиворечивом и внутренне согласованном отчетном материале с должной степенью детализации. Также уметь представлять результаты проведенных исследований в формате научных публикаций, подготовленных к рецензированию;
- построить максимально полную аналитическую цепочку исследований материалов для ХИТ, компонентов ХИТ и ХИТ в комплексе.

**владеть:**

- навыками обработки результатов эксперимента с помощью средств персонального компьютера, основными современными программными пакетами для накопления, упорядочения, хранения и обработки экспериментальных данных, в том числе с использованием программных пакетов, прилагаемых к типовому электрохимическому оборудованию для контроля электрохимических экспериментов;
- базовыми численными методами и математическими подходами для проведения анализа полученных результатов;
- основными современными программными пакетами для подготовки текстового и иллюстративного отчетного материала, содержащего результаты анализа первичных экспериментальных данных и отражающего научную суть проведенных исследований;
- навыками к интерпретации проведенных исследований, основываясь на полученных экспериментальных данных.

**Темы и разделы курса:**

1. Введение в технику эксперимента

Основные требования к научному исследованию. Схема реализации научных исследований в РФ. Классификация научных исследований. Основные механизмы выполнения и финансирования научных исследований с позиции молодых ученых.

Основные принципы планирования научного эксперимента. Методология научного исследования. Организация эффективного рабочего места исследователя. Основы хемометрики. Описание и краткое введение по основным программным пакетам, изучаемым в рамках курса для:

- проведения аналитических расчетов (MathCad, WolframMathematica и аналоги),
- обработки больших массивов, накопленных данных (OriginPro и аналоги),
- представления научных отчетов в графическо-текстовом формате, а также в формате электронных презентаций (MicrosoftOffice и аналоги),
- автоматизации проведения расчетов и экспериментов (AutoIt и аналоги),

- моделирования научных и технологических процессов (COMSOLMultiphysics и аналоги).

Описание возможностей по основным программным пакетам, изучаемым в рамках курса для:

- проведения аналитических расчетов (MathCad, WolframMathematica и аналоги),
- обработки больших массивов накопленных данных (OriginPro и аналоги),
- представления научных отчетов в графическо-текстовом формате, а также в формате электронных презентаций (MicrosoftOffice и аналоги),
- автоматизации проведения расчетов и экспериментов (AutoIt и аналоги),
- моделирования научных и технологических процессов (COMSOLMultiphysics и аналоги).

## 2. Автоматизация экспериментов и процесса обработки больших массивов, накопленных данных

Освещение основных принципов оптимизации процедуры обработки больших массивов, накопленных экспериментальных данных. Изучение основных подходов для записи и упорядочения первичных экспериментальных данных. Разбор примеров использования численных алгоритмов и методов частичной и полной автоматизации анализа упорядоченных экспериментальных данных, использование общедоступных программ и специализированного программного обеспечения для проведения анализа данных. Изучение возможностей программных комплексов, прилагаемых к типовому электрохимическому оборудованию (ПО «Элинс», Nova (Metrohm)) для проведения электрохимических исследований и контроля экспериментов.

Разбор и отработка типовых задач при обработке больших массивов накопленных экспериментальных данных: записи и упорядочения первичных экспериментальных данных, использования численных алгоритмов и методов частичной и полной автоматизации для анализа указанных данных. Оработка типовых примеров контроля электрохимических экспериментов с использованием программных комплексов, прилагаемых к типовому электрохимическому оборудованию.

## 3. Проведение аналитических расчетов с использованием численных методов и математического аппарата

Введение в численные методы и вычислительные алгоритмы. Планирование эксперимента с целью его максимальной алгоритмизации. Примеры проведения первичной обработки экспериментальных данных с помощью аналитических и численных методов, а также с привлечением основ математического аппарата. Рассмотрение возможностей современного компьютерного инструментария для проведения аналитических расчетов и выполнения анализа полученных экспериментальных данных.

Разбор и отработка типовых задач обработки экспериментальных данных с помощью аналитических и численных методов, а также с привлечением основ математического аппарата. Оработка примеров использования современного компьютерного

инструментария для проведения аналитических расчетов и выполнения анализа полученных экспериментальных данных.

#### 4. Представление научных исследований и результатов работы

Основные принципы представления результатов научных исследований и результатов работы. Введение в терминологию и классификация документов, описывающих результаты прикладных или фундаментальных исследований – отчет о ПНИ, программы и методики, протоколы и акты испытаний.

Разбор и отработка на типовых задачах и примерах основных подходов и приемов формирования наукоемких самосогласованных отчетных материалов в графическо-текстовом формате, а также в формате высокоструктурированных электронных презентаций, с применением средств создания иллюстраций, таблиц, графиков и диаграмм.

#### 5. Изучение интерактивной среды для моделирования научных и технологических процессов

Программные комплексы интерактивной среды для моделирования научных и технологических процессов: основные задачи, методы решения и аналитические возможности таких комплексов. Рассмотрение аналитических и численных подходов к моделированию работы химических источников тока.

Отработка типовых задач и примеров моделирования электрохимических процессов, лежащих в основе работы химических источников тока.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Введение в физику токамаков**

#### **Цель дисциплины:**

- освоение студентами фундаментальных знаний в области физики термоядерной плазмы в системах с магнитным удержанием, изучение основных подходов к их описанию.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний в области физики высокотемпературной плазмы и управляемого термоядерного синтеза, как дисциплины, интегрирующей общефизическую и общетеоретическую подготовку физиков и обеспечивающей технологические основы современных инновационных сфер деятельности;
- обучение студентов устройству, принципам работы, инженерному и аппаратному обеспечению современных установок «токамак»;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области физики и химии плазмы в рамках выпускных работ на степень магистра.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- современные проблемы физики, химии, математики;
- теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в физике и ее приложениях;
- принципы симметрии и законы сохранения;
- новейшие открытия естествознания;
- постановку проблем физико-химического моделирования;
- о взаимосвязях и фундаментальном единстве естественных наук.

##### **уметь:**

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- работать на современном экспериментальном оборудовании;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
- использовать вероятностные модели для конкретных процессов и проводить необходимые расчеты в рамках построенной модели;
- моделировать процессы и анализировать модели с использованием информационных технологий.

**владеть:**

- научным методом как исходным принципом познания объективного мира;
- методологией выбора адекватных методов исследования (наблюдений, теоретических и экспериментальных методов исследований);
- системным анализом;
- логикой в научном творчестве;
- научной картиной мира;
- математическим моделированием физических задач.

**Темы и разделы курса:**

1. Аксиально-симметричная тороидальная плазма.

Аксиально-симметричная тороидальная плазма. Уравнение Грэда-Шафранова. Интегральные следствия. Ток Пфирша-Шлютера. Смещение Шафранова. Круглая и некруглая плазма.

2. Баланс сил и вращение плазмы.

Баланс сил и вращение плазмы. Вращательная стабилизация плазмы. Идеальная плазма с неидеальными граничными условиями. Запирание мод. Срывы.

3. Геометрия магнитного поля в токамаке.

Геометрия тороидального магнитного поля. Магнитные поверхности. Вращательное преобразование. Магнитное дифференциальное уравнение. Эффекты тороидальности. Расщепление магнитных поверхностей. Магнитные острова. Тиринг-моды.

4. Краевые моды плазмы токамака.

Моды, локализованные на краю плазмы (Edge Localized Modes). Нерешенные проблемы токамака-реактора. Актуальные задачи физики плазмы токамака ИТЭР.

#### 5. МГД-модели устойчивости плазмы.

МГД-модели устойчивости. Идеальная плазма. Роль граничных условий. Стабилизация идеальной стенкой.

#### 6. Проблемы стационарного токамака.

Проблемы стационарного токамака. Тиринг-моды и неоклассические тиринг-моды. Нелинейные эффекты. Винтовое равновесие. Внешние винтовые моды. Стабилизация резистивной стенкой. Динамическая стабилизация. Роль диссипации.

#### 7. Равновесие плазмы в токамаках и стеллараторах.

Пределы по равновесию. Равновесие плазмы в токамаках и стеллараторах. Конфигурации, независимые от давления.

#### 8. Тороидальные эффекты и замыкание токов равновесия.

Баланс сил в тороидальной системе с горячей плазмой. МГД модель. Тороидальные эффекты и замыкание токов равновесия. Удерживающее поле. Два подхода – токамаки и стеллараторы.

#### 9. Управление устойчивостью плазмы в токамаках.

Управление устойчивостью плазмы в токамаках. Замыкание цепи обратной связи. Быстрая и медленная эволюция равновесной плазмы. Роль рассеянных полей. Усиление резонансного поля. Магнитная диагностика.

#### 10. Устойчивость равновесия плазмы.

Устойчивость равновесия плазмы. Основные крупномасштабные неустойчивости плазмы в стационарных токамаках. Характерные инкременты и пределы. Критерий Тройона. Неустойчивость по вертикали. Управление равновесием.



## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Введение в физическую химию и электрохимию**

#### **Цель дисциплины:**

- формирование у обучающихся специализированных представлений об основных физико-химических законах их специфике в приложении к электрохимическим системам, а также об общих закономерностях термодинамики и кинетики электродных процессов, позволяющих осуществлять планирование и проведение научных исследований в области электрохимии.

#### **Задачи дисциплины:**

- углубление базовых и формирование специализированных знаний о понятиях и фундаментальных законах физической химии и их специфике в приложении к электрохимическим системам;
- обобщение и систематизация знаний о термодинамике и кинетике электрохимических процессов;
- формирование базовых знаний об основных методах экспериментального и теоретического исследования электрохимических явлений;
- овладение методологией электрохимических исследований.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные понятия и законы физической химии: химическая термодинамика, кинетика, гетерогенные реакции, катализ, адсорбция;
- основные понятия и определения, используемые в электрохимии;
- фундаментальные основы электрохимии, включающие теорию электролитов, представления электрохимической термодинамики и модели, используемые в кинетике электродных процессов;
- принципы выбора методик проведения экспериментального исследования электрохимических явлений и процессов.

**уметь:**

- основные понятия и законы физической химии: химическая термодинамика, кинетика, гетерогенные реакции, катализ, адсорбция;
- основные понятия и определения, используемые в электрохимии;
- фундаментальные основы электрохимии, включающие теорию электролитов, представления электрохимической термодинамики и модели, используемые в кинетике электродных процессов;
- принципы выбора методик проведения экспериментального исследования электрохимических явлений и процессов.

**владеть:**

- основные понятия и законы физической химии: химическая термодинамика, кинетика, гетерогенные реакции, катализ, адсорбция;
- основные понятия и определения, используемые в электрохимии;
- фундаментальные основы электрохимии, включающие теорию электролитов, представления электрохимической термодинамики и модели, используемые в кинетике электродных процессов;
- принципы выбора методик проведения экспериментального исследования электрохимических явлений и процессов.

**Темы и разделы курса:****1. Введение в курс. Общие понятия физической химии**

Структура курса "Введение в физическую химию и электрохимию". Рекомендуемые учебные материалы. Предмет и задачи физической химии, ее связь с другими науками и роль при изучении специальных дисциплин. Основные понятия термодинамики. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия.

**2. Химическая термодинамика и термохимия**

Энтальпия. Теплоемкость, ее зависимость от температуры. Применение I закона термодинамики к химическим процессам. Тепловые эффекты химических реакций. Закон Гесса. Стандартные теплоты образования и сгорания соединений. Следствия из закона Гесса. Закон Кирхгофа.

**3. Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Основные термодинамические потенциалы**

Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. II закон термодинамики. Энтропия. Принцип возрастания энтропии. Объединенные выражения I и II законов термодинамики. Статистический характер II закона термодинамики. Термодинамические потенциалы (свободная энергия Гиббса и Гельмгольца). Связь термодинамических потенциалов с работой.

#### 4. Термодинамическое равновесие. Влияние температуры

Понятие о термодинамическом равновесии. Условия равновесия и возможности самопроизвольного протекания процессов при постоянных  $p$  и  $T$ . Изотерма и изобара Вант-Гоффа. Связь константы равновесия с энергией Гиббса. Влияние температуры на смещение равновесия.

#### 5. Химический потенциал. Химическое равновесие

Химический потенциал, его зависимость от давления. Условия химического равновесия.

#### 6. Термодинамика растворов. Растворы электролитов

Основные понятия термодинамики растворов. Химический потенциал компонентов раствора. Закон Рауля и закон Генри. Термодинамическая активность. Идеальный раствор. Способы выражения состава растворов.

#### 7. Основные законы химической кинетики. Порядок реакции.

Скорость химических реакций. Молекулярность и порядок реакции. Законы формальной кинетики для реакций первого, второго, третьего и  $n$ -го порядков. Сложные реакции. Зависимость скорости химических реакций от температуры. Уравнение Аррениуса. Энергия активации. Теория активных столкновений. Теория активированного комплекса. Понятие о цепных реакциях. Реакции с неразветвленными и разветвленными цепями. Кинетика цепных реакций. Особенности кинетики разветвленной цепной реакции. Цепной взрыв. Полуостров воспламенения. Цепные реакции и процесс горения.

#### 8. Поверхностные явления. Адсорбция

Поверхностные явления. Явление адсорбции. Природа сил адсорбционного взаимодействия. Адсорбция газов на твердых поверхностях. Изотермы адсорбционного равновесия Генри, Ленгмюра, БЭТ. Зависимость адсорбции от температуры. Адсорбционная формула Гиббса. Кинетика гетерогенных реакций.

#### 9. Понятие о катализе

Катализ. Катализаторы и ингибиторы. Энергия активации в каталитических реакциях. Гетерогенный катализ. Теории кинетики в гетерогенном катализе.

#### 10. Общие представления об электрохимических системах. Электрохимический эксперимент

Электроды и электродные реакции. Гальванические цепи. Структура межфазной границы заряженный металл/раствор электролита. Фарадеевские и нефарадеевские процессы. Вольтамперные кривые, система знаков для тока. Закон Фарадея. Электрохимические ячейки и их виды. Электроды сравнения. Типы электродов, используемых на практике. Потенциостаты.

#### 11. Термодинамика электродных процессов

Контактные межфазные потенциалы. Напряжение разомкнутой цепи. Равновесный и стационарный потенциал. Уравнение Нернста. Абсолютный потенциал. Неравновесные

электродные потенциалы. Потенциал разомкнутой цепи. Токи обмена. Уравнение ЭДС для гальванической цепи. Зависимость электродного потенциала от концентрации и активности. Температурный коэффициент. Влияние рН. Диаграммы Пурбэ. Потенциалообразующая реакция. Коррозионные процессы. Электродные потенциалы в неводных электролитах.

12. Термодинамика растворов электролитов. Перенос вещества в электролитах.

Понятие о растворах электролитов. Ионные взаимодействия. Сильные и слабые электролиты. Константы диссоциации. Перенос вещества в электролите. Потенциал на границе жидкость/жидкость. Мембраны. Ион-селективные электроды.

13. Общие понятия кинетики электродных процессов. Диффузионная кинетика

Скорость электрохимической реакции и факторы, влияющие на нее. Перенапряжение. Концентрационная, активационная и омическая поляризации.

Виды массопереноса. Понятие о диффузионно контролируемых реакциях. Первый и второй законы Фика. Уравнение Нернста для диффузионно-контролируемой реакции, формы вольтамперных кривых. Полярография. Вольтамперометрия на вращающемся электроде. Хроноамперометрия и хронопотенциометрия. Микроэлектроды. Влияние сопротивления ячейки на измерения потенциала. Спектроскопия электрохимического импеданса.

14. Кинетика стадии переноса заряда

Обратимые и необратимые реакции. Уравнение Тафеля. Поляризационные кривые, уравнение Батлера-Фольмера. Коэффициент переноса. Внешне- и внутрисферные реакции. Теория Маркуса. Электрокатализ.

15. Сложные реакции

Последовательные электрохимические реакции. Метод вращающегося электрода с кольцом. Лимитирующие стадии. Реакции с химическими стадиями. Электроосаждение. Коррозия.

16. Двойной электрический слой. Адсорбция в электрохимических системах

Структура двойного электрического слоя. Дифференциальная емкость. Современное описание ДЭС для случая специфической и неспецифической адсорбции. Заряд поверхности, закон Фарадея. Кулонометрия. Теория замедленного разряда.

17. Современные электрохимические методы

Квадратноволновая вольтамперометрия. Метод кварцевых микровесов. Сканирующая электрохимическая микроскопия. Спектроэлектрохимия.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Визуальная культура России. Каноны и актуальные концепты кино**

#### **Цель дисциплины:**

Обеспечить студентов объективными знаниями о взаимодействии различных эстетических и философских подходов к осмыслению современной визуальной культуры в контексте истории развития мирового кинематографа.

Курс предназначен для студентов, специализирующихся в области прикладной математики и физики, и ставит своей целью ознакомление их с основными моментами процесса становления не только искусствоведческих подходов, но и общекультурных, и научно-технических аспектов трансформации форм экранных искусств в XX-XXI вв.

#### **Задачи дисциплины:**

- получение студентами серьезных знаний в области современных визуальных искусств и истории развития российского кинематографа;
- достижение понимания особенностей и базовых предпосылок основных философских подходов и концепций, влияющих на восприятие эстетики визуальности;
- овладение методическими навыками самостоятельного анализа произведения киноискусства, его взаимосвязи с другими областями современного искусства, работы с текстами;
- выработка у студентов общего представления о месте и значении киноискусства в истории человечества;
- формирование у студентов полноценного представления об основных проблемах, возникающих при анализе актуальных произведений визуального искусства в рамках философских, религиозных и естественнонаучных подходов.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- разнообразие парадигм развития искусства;
- современные стратегии эстетической коммуникации в визуальной эстетике;
- характер взаимодействия современных технологий и актуальных форм искусства в контексте развития российского кинематографа;

- параметры влияния когнитивных процессов языкового сознания на визуальные эстетические системы современности.

**уметь:**

- определять степень влияния современной визуальной эстетики на различные сферы социальной действительности;
- уметь оценивать факты развития визуального искусства в контексте эволюции технологий;
- распознавать направления поисков современного медиаязыка;
- определять тип устройства символических связей и характер творческого диалога между различными эстетическими и научными системами.

**владеть:**

- навыками описания сходств и различий в категоризации окружающей действительности разными формами визуального искусства;
- методами доказательства влияния «монтажа аттракционов» на художественные концепции современности и эстетическое мышление в целом;
- принципами анализа символических структур в современной визуальной эстетике;
- современными методами и приёмами анализа явлений визуальной эстетики на основе теорий естественнонаучного знания.

**Темы и разделы курса:**

1. Введение. Визуальная эстетика и коммунистивистика. Методология визуальной антропологии.

Предмет и задачи курса. Общее представление о понятиях визуальной эстетики и киноведения. История теорий кино. Формирование целостной картины места кинематографа как культурного феномена. Его специфические особенности: кино – искусство, кино – средство массовой коммуникации, кино – гигантский бизнес, принципиально невозможный в докапиталистическую эпоху. Кино и сопредельные индустрии (театры, музеи, видеоигры).

2. Зарождение киноиндустрии в России и кинокоммуникации. Звездность и искусственная реальность. Новаторство российской мультипликации и первые спецэффекты.

Монтажно-повествовательные достижения отечественных режиссеров раннего кино (Е. Бауэр, Я. Протазанов, В. Старевич). Дореволюционное кино в России. Завершение освоения мировой культурой всех составных частей киноиндустрии. Осознание законов кино и его синтетической природы. Специфика кинематографического синтеза в сравнении с синтезом пластических искусств и театральным синтезом. Открытия российского кино в объемной мультипликации и комбинированных съемках (от В. Старевича к А. Птушко).

3. 1910-20 годы: становление монтажно-повествовательного языка кино в отечественном игровом экранном искусстве. Теории монтажа Л. Кулешова и С. Эйзенштейна.

Основы эстетики киномонтажа. Ритм и смысл в монтажном произведении. Манифесты С. Эйзенштейна и их влияния на эволюцию визуальной культуры в целом. «Монтаж аттракционов» как принцип воздействия на массового зрителя в театре и кино. «Творимая реальность» Кулешова. Циркизация кино и театра. Клиповый и фрагментарный монтаж в киноэстетике. Монтаж и деконструкция телесности. Метод сверхдолгого плана как «антимонтаж» и проявление принципов театра в кино.

4. Визуальная эстетика и общие проблемы поэтики кино как технологического искусства. Звук и цвет на экране.

Художник и оператор в работе над фильмом. Типы и особенности движения камеры, работа трансфокатора, значение ракурса. Звуковой ряд. Кино немое и звуковое, цвет и вираж на экране. Титры и графическое слово в фильме. Фильм как музыкальная форма. Жанры и направления визуальной эстетики. Кино, ТВ и видео. Экспериментальные работы. Underground и параллельное кино. Разделение искусства кино и иных форм аудиовизуальной культуры. Кино и интернет, общедоступность и десакрализация киносеанса. Стриминговые платформы и трансформация киноформата теле- и кинофильмов.

5. Эксперименты советского документального кино. Монтаж реальности, гуманизм, перформативность

«Годовщина революции» (1918) и «Кино-правда» (1922-1925) Д. Вертова — эталон новой советской документалистики. Плакатность, ассоциативность и дистанционный монтаж. Художественная выразительность документального монтажа в эстетике Д. Вертова. От «Киноглаза» к восприятию киномонтажа как репрезентации образа Вселенной (Ж. Делез). Индустриализация, коллективизация, культурная революция как темы и образы отечественной документалистики 30-х годов. Героический подвиги фронтовых операторов на фронтах Великой отечественной войны. Творчество Р. Кармена и В. Микоши. Своеобразие творчества Э. Шуб и А. Медведкина. От пропаганды - к гуманизму. Поэтический монтаж А. Пелешяна и документальная перформативность Г. Франка как доминанты советской документалистики 1960-80-х гг. Формы документального театра XXI века — театр «вербатим» и спектакль-расследование. Пределы документальности и манипулятивные практики.

6. Кинематограф войны / кинематограф оттепели. Векторы развития.

Проблемы освоения звука и паузы в экранных образах времен Великой Отечественной. Советское кино хрущевской «оттепели». Прорыв на экран талантливой молодежи. Содержательные и формальные находки. С. Бондарчук, В. Шукшин. Гуманизм советского кино 50-60-х годов. Новаторство в сфере кинематографического языка: М. Хуциев, А. Тарковский, С. Параджанов, А. Михалков-Кончаловский, Н. Михалков. Расцвет советской комедии 60-х годов. Конец кинематографа оттепели, первые симптомы застоя.

7. Важнейшие эстетические течения отечественной кинорежиссуры в контексте мирового кинопроцесса.

Вклад стилистики фильмов «поэтического реализма» в мирообраз российского кино и визуальную антропологию в целом. Итальянский неореализм и грани советского кинореализма. Теории и практика советского кино 1920-40-х гг. в визуальной эстетике

неореализма и французской новой волны. «Синема верите» как производная от кинопоэтики Дзиги Вертова. Новый Голливуд под воздействием опытов европейского и советского кино. Эстетика А. Тарковского, В. Шукшина, А. Кончаловского в контексте взаимовлияния с киношколами стран Скандинавии, Японии, Италии и Франции. Лариса Шепитько и Кира Муратова – от поэтического реализма к сюрреализму.

8. Российский кинематограф времен перестройки, в постперестроечную эпоху и на современном этапе. Идейные доминанты и технологические вызовы.

Утрата преемственности, попытки сохранения традиции. Неготовность к переходу на модель «продюсерского» кино. Алексей Герман, Кира Муратова, Андрей Кончаловский, Никита Михалков, Вадим Абдрашитов. Постмодернистская игра с кино 1990-х («Мама, не горюй» М. Пежемского; «За 8 ½ долларов» Г. Константинопольского, «Москва» А. Зельдовича по сценарию В.Сорокина). Авторское кино как часть кинемейнстрима и взаимообогащение кино за счет пограничных областей визуальных искусств – интеллектуальные блокбастеры Голливуда (феномен братьев Ноланов, Вачовски, Коэнов), документальные хиты М. Мура, высокобюджетные телесериалы (глубинный драматизм, трансгуманизм), интерактивное кино и видеоигры.

9. Сценарий как основа киновизуального высказывания

Сценарий как наследие высокой литературы и как техническое руководство для съемок. Виды и формы сценариев (литературный/режиссерский; строгий/ассоциативный). Преодоление сценарных канонов в видеоарте: «Синема верите» и «Прямое кино». Классификация основных сюжетных схем в кино и визуальных искусствах. Жанровые параллели литературы и кино. Невербальные сценарные подходы в новейшей истории кино

10. Кино и видеоарт. Кино и телевидение.

Этапы развития видеоарта. Влияние эстетики поп-арта Энди Уорхола на телевизионные эксперименты советского соц-арта. Д. Дибров и Авторское телевидение на рубеже 1980-90-х гг. Видеоинсталляции в экспериментах отечественных режиссеров.

Творческое взаимодействие телевидения и кино. До появления ТВ кино – самый совершенный способ передачи аудиовизуальной информации, в 50-60-е годы ТВ в СССР зависит от кино, использует его язык, в 70-е функции кино и ТВ разграничиваются. Телеканал как кинотеатр. Сериал vs кинофильм. Сериал как кинороман с глубокой перспективой судеб героев.

11. Кинофестивальное движение в России и мире. Фестиваль как площадка продвижения экспериментальной визуальной эстетики.

Творческий фестиваль как форма репрезентации актуальной культурной ситуации. Виды кинофестивалей и биенале. Отечественные фестивали в контексте мирового кинофестивального движения. Фестивальный прокат как форма развития арт-хаусного кино.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО: Внеклассное посещение студентами одного из мероприятий Московского международного кинофестиваля (апрель 2024 г.) в рамках освоения данной темы



12. Язык футуристического кино и новые формы визуального искусства в XXI в. Эстетика трансгуманизма и перспективы научных открытий на экране, их влияние на видеоарт и современный театр.

Футуристический сериал 2010-х за рубежом и на отечественных телеканалах. Традиции киноэкспрессионизма в видеоарте и визуальной эстетике XXI века. Эстетика трансгуманизма и перспективы научных открытий в экранных сюжетах, их влияние на видеоарт и современный театр. Расцвет жанрового кино – вестерн как пространство диалога между кинемейнтримом и арт-хаусом. Феномен «Мира Дикого Запада» Традиции киновестерна в отечественном кино.

13. Интерактивное кино и видеоигры как новая форма визуального искусства. Технологии захвата движения и виртуализация творчества актера/ режиссера в новых возможностях кинокоммуникации

Технологии захвата движения артиста в мультипликации, кинематографе и компьютерных играх как способ перевода традиционных экранных форм искусства в иные виртуальные миры, позволяющие реализовать творческие замыслы в неожиданных формах, расширяющие границы традиционной художественной антропологии и психологии искусства. Глобальные перемены в методологии актерского и режиссерского творчества в кино и драматургии видеоигр. Интерактивность и поливариантность развития образа при постановке сверхзадачи в ситуации множественности игровых стратегий. Интерактивная природа игровых проектов как синтез классических (система Станиславского) и постдраматических театральных подходов (театр взаимодействия со зрителем) при создании экранного образа.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Высокомолекулярные соединения**

#### **Цель дисциплины:**

Целью курса "Высокомолекулярные соединения" является знакомство студентов с основами науки о полимерах и ее важнейшими практическими приложениями, знание которых необходимо каждому химику, независимо от его последующей узкой специализации.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление обучающихся с предметом, принципами, методами и моделями химической физики;
- приобретение обучающимися теоретических знаний, практических умений и навыков в области исследований молекулярных систем;
- оказание консультаций и помощи обучающимся в проведении их собственных теоретических и экспериментальных исследований.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные физические подходы, используемые при изучении химических превращений вещества.

##### **уметь:**

- применять современные методы аналитического анализа физико-химических процессов, результатов проведения исследований с использованием современного математического аппарата; делать заключения на основании анализа и сопоставления всей совокупности имеющихся данных и планировать последующую научную работу; делать оптимальный выбор методов для решения поставленных задач.

##### **владеть:**

- применять современные методы аналитического анализа физико-химических процессов, результатов проведения исследований с использованием современного математического аппарата; делать заключения на основании анализа и сопоставления всей совокупности имеющихся данных и планировать последующую научную работу; делать оптимальный выбор методов для решения поставленных задач.

## **Темы и разделы курса:**

### **1. Основные понятия**

Основные понятия и определения: полимер, олигомер, макромолекула, мономерное звено, степень полимеризации, контурная длина цепи. Молекулярные массы и молекулярно-массовые распределения (ММР). Усредненные (средние) молекулярные массы (среднечисловая, средневесовая). Нормальное (наиболее вероятное) распределение. Важнейшие свойства полимерных веществ, обусловленные большими размерами, цепным строением и гибкостью макромолекул. Роль полимеров в живой природе и их значение как промышленных материалов (пластмассы, каучуки, волокна и пленки, покрытия, клеи). Предмет и задачи науки о высокомолекулярных соединениях (полимерах). Место науки о полимерах как самостоятельной фундаментальной области знания среди других фундаментальных химических дисциплин. Её роль в научно-техническом прогрессе и основные исторические этапы ее развития.

### **2. Классификация полимеров**

Классификация полимеров в зависимости от происхождения, химического состава и строения основной цепи, в зависимости от топологии макромолекул. Однотяжные и двухтяжные макромолекулы. Природные и синтетические полимеры. Органические, элементоорганические и неорганические полимеры. Линейные, разветвленные, лестничные и шитые полимеры, дендримеры. Гомополимеры, сополимеры, блок-сополимеры, привитые сополимеры. Гомоцепные и гетероцепные полимеры. Биополимеры, основные биологические функции белков, рибонуклеиновой и дезоксирибонуклеиновой кислот. Краткая характеристика и области применения важнейших представителей различных классов полимеров.

### **3. Макромолекулы и их поведение в растворах**

Конфигурация макромолекулы и конфигурационная изомерия. Локальные и конфигурационные изомеры в макромолекулах полимеров монозамещенных этиленов и диенов. Стереои́зомерия и стереорегулярные макромолекулы. Изотактические и синдиотактические полимеры.

Конформационная изомерия и конформация макромолекулы. Внутримолекулярное вращение и гибкость макромолекулы. Количественные характеристики гибкости макромолекул (среднеквадратичное расстояние между концами цепи, радиус инерции макромолекулы, статистический сегмент, персистентная длина). Свободно-сочлененная цепь как идеализированная модель гибкой макромолекулы. Функция распределения расстояний между концами свободносочлененной цепи (гауссовы клубки). Средние размеры макромолекулы с учетом постоянства валентных углов. Энергетические барьеры внутреннего вращения; понятие о природе тормозящего потенциала. Поворотные изомеры и гибкость реальных цепей. Связь гибкости (жесткости) макромолекул с их химическим строением: факторы, влияющие на гибкость реальных цепей. Упорядоченные конформации

изолированных макромолекул (полипептиды, белки, нуклеиновые кислоты). Полимер-полимерные комплексы синтетических и природных полимеров. Кооперативные конформационные превращения.

Макромолекулы в растворах. Термодинамический критерий растворимости и доказательство термодинамической равновесности растворов. Фазовые диаграммы систем полимер - растворитель. Критические температуры растворения. Неограниченное и ограниченное набухание.

Термодинамическое поведение макромолекул в растворах и их особенности по сравнению с поведением молекул низкомолекулярных веществ. Отклонения от идеальности и их причины. Уравнение состояния полимера в растворе. Второй вириальный коэффициент и  $q$ -температура ( $q$  - условия). Невозмущенные размеры макромолекул в растворе и оценка гибкости.

Определение среднечисловой молекулярной массы из данных по осмотическому давлению растворов полимеров. Зависимость растворимости от молекулярной массы. Физико-химические основы фракционирования полимеров.

Светорассеяние как метод определения средневесовой молекулярной массы полимеров. Определение размеров макромолекул.

Гидродинамические свойства макромолекул в растворах. Вязкость разбавленных растворов. Приведенная и характеристическая вязкости. Связь характеристической вязкости с молекулярной массой и средними размерами макромолекул. Вискозиметрия как метод определения средневязкостной молекулярной массы.

Диффузия макромолекул в растворах. Гельпроникающая хроматография и фракционирование полимеров.

Седиментация макромолекул (ультрацентрифугирование). Определение молекулярных масс методами ультрацентрифугирования и диффузии.

Ионизирующиеся макромолекулы (полиэлектролиты). Химические и физико-химические особенности поведения ионизирующихся макромолекул (поликислот, полиоснований и их солей). Количественные характеристики силы поликислот и полиоснований. Электростатическая энергия ионизированных макромолекул. Специфическое связывание противоположно заряженных ионов. Кооперативные конформационные превращения ионизирующихся полипептидов в растворах. Изоэлектрическая и изоионная точка. Амфотерные полиэлектролиты.

Концентрированные растворы полимеров и гели. Ассоциация макромолекул в концентрированных растворах и структурообразование. Жидкокристаллическое состояние жесткоцепных полимеров. Лиотропные жидкокристаллические системы и их фазовые диаграммы. Особенности реологических и механических свойств концентрированных растворов.

#### 4. Полимерные тела

Структура и основные физические свойства полимерных тел. Особенности молекулярного строения полимеров и принципы упаковки макромолекул. Аморфные и кристаллические полимеры. Условия, необходимые для кристаллизации полимеров. Температура кристаллизации и температура плавления. Структура и надмолекулярная организация кристаллических полимеров. Различия и сходство в структурной организации

кристаллических и аморфных полимеров. Термотропные жидкокристаллические (мезоморфные) полимеры.

Свойства аморфных полимеров. Три физических состояния. Термомеханические кривые аморфных полимеров.

Высокоэластическое состояние. Термодинамика и молекулярный механизм высокоэластической деформации. Энтропийная природа высокоэластичности. Связь между равновесной упругой силой и удлинением. Нижний предел молекулярных масс, необходимых для проявления высокоэластичности. Релаксационные явления в полимерах. Механические и диэлектрические потери. Принцип температурно-временной суперпозиции.

Стеклообразное состояние. Особенности полимерных стекол. Вынужденная эластичность и изотермы растяжения. Механизм вынужденно-эластической деформации. Предел вынужденной эластичности. Хрупкость полимеров.

Вязко-текучее состояние. Механизм вязкого течения. Кривые течения полимеров. Зависимость температуры вязкого течения от молекулярной массы. Аномалии вязкого течения. Формование изделий из полимеров на режиме вязкого течения.

Пластификация полимеров. Правила объемных и молярных долей. Механические модели аморфных полимеров.

Свойства кристаллических полимеров. Термомеханические кривые кристаллических и кристаллизующихся аморфных полимеров. Изотермы растяжения и молекулярный механизм “холодного течения” кристаллических полимеров и полимерных стекол при растяжении.

Долговечность полимерных материалов. Механизм разрушения полимеров.

Ориентированные структуры кристаллических и аморфных полимеров. Анизотропия механических свойств. Способы ориентации. Принципы формования ориентированных волокон и пленок из расплавов и растворов. Особенности формирования жидкокристаллической фазы; получение суперпрочных волокон и пластиков. Композиционные материалы. Принципы формования полимеров, наполненные полимеры.

## 5. Химические свойства и химические превращения полимеров

Химические реакции, не приводящие к изменению степени полимеризации макромолекул: полимераналогичные превращения и внутримолекулярные превращения. Особенности реакционной способности функциональных групп макромолекул.

Примеры использования полимераналогичных превращений и внутримолекулярных реакций для получения новых полимеров.

Химические реакции, приводящие к изменению степени полимеризации макромолекул. Деструкция полимеров. Механизм цепной и случайной деструкции. Деполимеризация. Термоокислительная и фотохимическая деструкция. Механодеструкция. Принципы стабилизации полимеров.

Сшивание полимеров (вулканизация каучуков, отверждение эпоксидных смол).

Использование химических реакций макромолекул для химического и структурно-химического модифицирования полимерных материалов и изделий. Привитие и блок-сополимеры - основные принципы синтеза и физико-химические свойства.

## 6. Синтез полимеров

Классификация основных методов получения полимеров.

Полимеризация. Термодинамика полимеризации. Понятие о полимеризационно-деполимеризационном равновесии.

Классификация цепных полимеризационных процессов.

Радикальная полимеризация. Инициирование радикальной полимеризации. Типы инициаторов. Реакции роста, обрыва и передачи цепи. Кинетика радикальной полимеризации при малых степенях превращения. Понятие о квазистационарном состоянии. Молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение полимеров, образующихся при радикальной полимеризации. Полимеризация при глубоких степенях превращений.

Реакционная способность мономеров и радикалов.

Радикальная сополимеризация. Уравнение состава сополимеров. Относительные реакционные способности мономеров и радикалов. Роль стерических, полярных и других факторов; схема Q-e.

Способы проведения полимеризации: в массе, в растворе, в суспензии и в эмульсии.

Катионная полимеризация. Характеристика мономеров, способных вступать в катионную полимеризацию. Катализаторы и сокатализаторы. Рост и ограничение роста цепей при катионной полимеризации. Влияние природы растворителя. Кинетика процесса.

Анионная полимеризация. Характеристика мономеров, способных вступать в анионную полимеризацию. Катализаторы анионной полимеризации. Инициирование, рост и ограничение роста цепей при анионной полимеризации. "Живые цепи".

Координационно-ионная полимеризация в присутствии гомогенных и гетерогенных катализаторов типа Циглера - Натта. Принципы синтеза стереорегулярных полимеров.

Особенности ионной полимеризации циклических мономеров.

Поликонденсация. Типы реакций поликонденсации. Основные различия полимеризационных и поликонденсационных процессов. Термодинамика поликонденсации и поликонденсационное равновесие. Молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение при поликонденсации. Кинетика поликонденсации. Проведение поликонденсации в расплаве, в растворе и на границе раздела фаз.

## 7. Полимеры в промышленности

Современные тенденции и новые направления в науке о полимерах. Перспективы промышленного производства полимеров.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Вычислительные методы исследований микроструктуры твердых тел**

#### **Цель дисциплины:**

По результатам курса обучающиеся должны уметь самостоятельно выбирать и реализовывать наиболее эффективные методы атомистического моделирования различных свойств веществ в твердой фазе, учитывая при выборе метода особенности конкретной задачи, а также правильно интерпретировать результаты расчетов.

#### **Задачи дисциплины:**

Ознакомление обучающихся с различными методами расчета свойств идеальных кристаллических решеток, точечных и протяженных дефектов, поверхностей на основе атомистического моделирования. Выработка понимания преимуществ, недостатков и области применимости каждого метода.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- теоретические основания различных методов: расчета фононных спектров и дисперсионных кривых, расчета энергий образования и миграции дефектов, в том числе на поверхности, коэффициентов диффузии примесей, коэффициента самодиффузии в твердых телах (в том числе по поверхности), расчета энергий образования и мобильности дислокаций, расчета химического потенциала атомов в газовой и конденсированной фазе, расчета энергий образования и подвижности объемных включений в твердых телах.

##### **уметь:**

- реализовывать упомянутые выше методы расчета с использованием языков программирования или существующих пакетов для атомистического моделирования;

- находить теоретически или путем тестов оптимальные параметры моделирования;

- правильно интерпретировать результаты расчетов и находить искомые физические свойства моделируемого материала.

##### **владеть:**

- практическими навыками использования упомянутых выше методов;
- теоретическим аппаратом, позволяющим при необходимости вносить коррективы в изученные методы под конкретную задачу.

### **Темы и разделы курса:**

#### **1. Плотность фононных состояний**

Гармоническое приближение кристаллической решетки. Ангармонизм. Фононы с точки зрения классической механики и квантовой механики. Фононный спектр. Динамическая матрица системы. Фононы, как собственные вектора динамической матрицы. Влияние периодических граничных условий на фононный спектр. Ограничения метода динамической матрицы.

Автокорреляционная функция скорости (АКФС). Фононный спектр как преобразование Фурье автокорреляционной функции скорости. Влияние параметров расчета АКФС на спектр. Релаксация системы. Особенности реализации расчета АКФС в пакете LAMMPS.

#### **2. Дисперсионные кривые**

Расчет частоты колебаний для определенного волнового вектора. Продольные и поперечные фононы. Оптические и акустические фононы. Дисперсионные кривые. Точки в  $k$ -пространстве. Метод Конга для нахождения динамической матрицы системы из результатов МД. Влияние параметров расчета на точность динамической матрицы.

Особенности реализации расчета дисперсионных кривых в пакете LAMMPS.

#### **3. Конфигурационная и колебательная энтропия решетки**

Размещение атомов по узлам решетки как микросостояние системы. Конфигурационная энтропия. Выражение конфигурационной энтропии через концентрацию дефектов.

Распределение энергии по колебательным степеням свободы как микросостояние системы. Колебательная энтропия. Формула для колебательной энтропии канонического ансамбля. Кинетический смысл колебательной энтропии. Частота колебаний как частота попыток преодолеть барьер. Сравнение изменения колебательной и конфигурационной энтропии при создании дефекта для микроскопических и макроскопических систем.

Расчет колебательной энтропии через фононный спектр. Особенности реализации расчета колебательной энтропии в МД моделировании.

#### **4. Образование точечных дефектов**

Вакансии, междоузлия, пары Френкеля, дефекты Шотки, атомы замещения, антисайт дефекты. Свободная энергия Гиббса кристаллической решетки с дефектами. Концентрация



дефектов в зависимости от свободной энергии образования дефекта. Концентрация пар Френкеля.

Кинетический подход к расчету концентрации дефектов. Образование и исчезновение вакансий и междоузлий, как равновесие с поверхностью. Образование пар Френкеля как равновесие в объеме. Зависимость концентрации дефектов от расстояния до поверхности.

Энтальпия образования дефекта: зависимость упругой энергии дефекта от давления и работа по изменению объема кристалла. Зависимость энтальпии образования различных дефектов от давления при различных граничных условиях.

Статический метод расчета энергии образования дефекта. Референсное состояние, определяемое задачей, химический потенциал. МД метод расчета концентрации дефекта. Особенности реализации расчета концентрации в МД моделировании для различных задач. Моделирование с открытой поверхностью, зависимость от размера системы.

## 5. Миграция точечных дефектов

Путь миграции, седловая точка. Закон Аррениуса. Предэкспоненциальный фактор, закон Вайнъярда, связь с фононными спектрами. Метод упругой ленты. Влияние размеров системы на результат.

Коэффициент диффузии и самодиффузии. Методы МД расчета миграции дефектов. Ускорение миграции дефекта в МД расчете путем изменения потенциальной ямы.

## 6. Поверхность и дефекты на ней

Энергия поверхности, разрыв связей, колебательная энтропия поверхности. Адаптомы, поверхностные вакансии и поверхностные междоузлия. Горизонтальные связи, ровные и шероховатые поверхности. Террасы и ступени. Теория роста кристалла. Равновесная форма кристалла.

Особенности реализации расчета энергий образования и миграции поверхностных дефектов. Ориентация расчетной ячейки, граничные условия, размеры ячейки.

## 7. Методы расчета химического потенциала

Межфазная граница. Метод термодинамического интегрирования. Метод добавления/удаления частицы. Метод Видома. Особенности реализации данных методов в МД моделировании.

## 8. Дислокации

Краевые и винтовые дислокации. Вектор Бюргерса. Механизм рождения дислокаций. Механизм движения дислокаций. Упругие напряжения, создаваемые протяженным дефектом. Притяжение точечных дефектов и дислокаций.

## 9. Подвижность дислокаций. Сдвиговое напряжение. Скорость движения

Применение неравновесного МД расчета для моделирования динамики дислокаций. Граничные условия, предельные силы. Термостатирование при неравновесном расчете. Анализ дислокаций в пакете OVITO. Особенности реализации расчета динамики дислокаций в пакете LAMMPS.

## 10. Объемные включения в кристаллической решетке

Движение объемных дефектов как самодиффузия в решетке, объемный и поверхностный механизмы. Фасеточные структуры, механизм нуклеации террас на фасетках. Упругие напряжения, создаваемые включениями. Образование газовых пор в облученных материалах. Механизм миграция-коалесценция и механизм «созревания по Оствальду». Модели фазового поля (phase-field models). Особенности МД расчета параметров упомянутых механизмов.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Гиперзвуковые прямоточные воздушно-реактивные двигатели. Процессы и характеристики**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение теоретических основ газодинамики гиперзвуковых прямоточных воздушно-реактивных двигателей (ГПВРД). Применение методов компьютерной физики, основанных на подходах теории численных методов и математического моделирования к описанию структуры течения внутри ГПВРД.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение теоретических знаний о структуре течения и протекающих физико-химических процессах в ГПВРД;
- приобретение теоретических знаний в области компьютерной физики;
- изучение простейших методов решения уравнений компьютерной физики и постановки задач численного моделирования физических явлений;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области компьютерной физики при описании ГПВРД;
- освоение студентами базовых знаний для дальнейшего изучения методов и подходов компьютерной физики в применении к описанию работы ГПВРД.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия современной компьютерной физики;
- современные проблемы компьютерной физики и химии;
- основные (базовые) методы компьютерной физики;
- математический аппарат теории численных методов.

##### **уметь:**

- пользоваться численными методами для решения фундаментальных и прикладных задач в области физики;
- производить численные оценки по порядку величины;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемой физической проблеме;
- получать наилучшие значения измеряемых величин и правильно оценить степень их достоверности.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- культурой постановки и численного моделирования физических задач;
- навыками грамотной обработки результатов численного моделирования и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой компьютерного исследования и решения теоретических и прикладных задач.

**Темы и разделы курса:**

1. Вычислительная физика реагирующих потоков

Численное моделирование реагирующих потоков. Постановка задач и используемые подходы.

2. Математические модели газодинамических процессов и их реализация

Моделирование газодинамических процессов, Методы дискретизации основных уравнений.

3. Конечно-объемная дискретизация уравнений Навье–Стокса на неструктурированных сетках

Схема MUSCL, Дискретизация по времени.

4. Конечно-разностные схемы расчета потоков

Схемы низкого и высокого порядка. Схема расщепления по физическим факторам. Течение в каверне с подвижной стенкой.

5. Реализация численных методов на многопроцессорных системах

Требования к параллельным алгоритмам и их реализации. Хранение данных. Способы разбиения.

6. Применение вычислительных технологий для решения прикладных задач

Особенности реализации. Моделирование крупных вихрей неизотермической турбулентной струи. Начальные и граничные условия.

7. Расчетные сетки

Регулярные сетки. Блочные сетки. Гибридные сетки. Адаптивные сетки.

8. Организация программного кода

Функциональные подсистемы. Объектно-ориентированный подход. Связи между классами. Файлы и данные. Средства реализации.

9. Верификация результатов

Верификация результатов. Основные способы.

10. Визуализация расчетных данных

Методы визуализации. Численный шпирен. Численные теневые картины.

11. Требования к параллельным алгоритмам и их реализации

Требования к параллельным алгоритмам и их реализации. Применение.

12. Вычисления на графических процессорах

Вычисления на графических процессорах. Основные способы.

13. Течение в каверне с подвижной верхней стенкой

Течение в каверне с подвижной верхней стенкой. Примеры расчетов.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Дополнительные главы физической химии**

#### **Цель дисциплины:**

- ознакомление обучающихся с дополнительными разделами физической химии, электрохимии, физического материаловедения, основными способами расчета термодинамических величин для различных материалов с использованием теории функционала электронной плотности и включения полученных результатов в мезоскопические модели химических и электрохимических процессов.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование представлений о способах составления многомасштабных моделей сложных химических и электрохимических процессов в веществе, формирование понимания о способах расчета основных величин, входящих в физико-химические модели процессов в различных средах, с использованием вычислительных методов классической молекулярной динамики и теории функционала электронной плотности.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- связующие положения термодинамики, статистической физики, неорганической химии и теории кинетики химических реакций;
- основные положения электрохимии, теории коррозии, принципы работы батарей и аккумуляторов;
- границы применимости методов классической молекулярной динамики и теории функционала электронной плотности при расчете микроскопических характеристик химических и электрохимических процессов.

##### **уметь:**

- формировать многомасштабные модели химических и электрохимических процессов в различных средах с учетом особенностей строения вещества;
- применять методы компьютерного моделирования для расчета ключевых характеристик химических и электрохимических микропроцессов.

**владеть:**

- практическими навыками использования методов классической молекулярной динамики и теории функционала электронной плотности для расчета ключевых характеристик химических и электрохимических микропроцессов.

**Темы и разделы курса:****1. Введение**

Строение и состояние вещества. Макроскопические системы и их состояние. Химическая связь. Нековалентные взаимодействия. Газы. Жидкости. Кристаллы. Растворы. Полимеры.

Состояния макроскопических систем. Параметры состояния и уравнение состояния. Внутренняя энергия. Энтропия. Состав растворов. Парциальные молярные величины.

Основы атомистического моделирования. Молекулярная динамика. Теория функционала электронной плотности. Расчетные характеристики в методах атомистического моделирования.

**2. Химический потенциал как парциальная молярная величина**

Химический потенциал компонента раствора. Зависимость химического потенциала от состава. Активность компонента раствора. Уравнение Гиббса-Дюгема. Стандартные состояния. Методы расчета химического потенциала по результатам атомистического моделирования и способы выбора стандартного состояния.

**3. Термодинамические величины в химии**

Уравнение химической реакции. Скорость химической реакции. Химическое равновесие. Тепловые эффекты химических реакций. Уравнение изотермы химической реакции и константа равновесия. Связь константы равновесия и изменения стандартной энергии Гиббса в химической реакции. Термодинамические функции ионов в растворе. Приближения для расчета термодинамических характеристик процессов в атомистическом моделировании.

**4. Теория активированного комплекса. Динамика химических реакций**

Элементарный акт химического превращения. Константа скорости элементарной реакции. Энергия активации и ее отличие от стандартной энергии Гиббса. Предэкспоненциальный множитель. Обобщенная координата химической реакции. Поверхность потенциальной энергии. Экспериментальные методы исследования переходного состояния в химической реакции – фемтосекундные лазерные импульсы. Когерентные волновые пакеты и их расплывание.

**5. Методы расчета термодинамических величин при помощи DFT**

DFT-расчет синтеза аммиака с использованием гетерогенного катализа. Обобщение теории переходного состояния на многомерный случай. Методы поиска структуры переходного состояния для проведения квантово-химических расчетов. Метод «упругой ленты». Энергия нулевых колебаний. Методы расчета вкладов в энтропию молекул колебательного и вращательного движений.

#### 6. Теория электродных процессов

Электрохимический потенциал как обобщение химического. Потенциал Гальвани. Потенциал Вольта. Реальный потенциал. Работа выхода заряженной частицы из среды. Равновесие на границах металл/металл и на границах металл/раствор. Электрохимическое равновесие. Двойной электрический слой и его структура. Электрохимическая ячейка.

#### 7. Классификация и количественная характеристика электрохимических цепей

Понятие электрохимической цепи. Равновесие в электрохимической цепи. Окислительно-восстановительные полуреакции и понятие электродного потенциала. Устройство стандартного водородного электрода. Ряд напряжений. Окислительные и восстановительные функции металлов.

#### 8. Принципы работы батарей и аккумуляторов. Методы расчета электрохимических величин при помощи DFT

Устройство pH-метров. Ионоселективные электроды. Датчики активности кислорода. Первичные и вторичные источники тока. Сухие и щелочные батареи. Литий-ионные, свинцово-кислотные и литий-воздушные аккумуляторы. Топливные ячейки. Способы расчета характеристик электрохимических микропроцессов с использованием теории функционала электронной плотности.

#### 9. Теория коррозионных процессов

Совместимость материалов со средой. Химическая коррозия металлов, в том числе газовая. Состав и структура оксидов. Эпитаксия. Механизм химической газовой коррозии. Влияние внутренних и внешних факторов на кинетику коррозии. Электрохимическая коррозия. Вагнеровские модели. Электролиты. Работа гальванического элемента. Причины гетерогенности поверхности металлов. Электродные потенциалы. Смешанный потенциал. Электрохимическая защита. Коррозия в жидкометаллических средах.

#### 10. Модель точечных дефектов как многомасштабная модель коррозии

Основные отличия модели точечных дефектов от модели Вагнера. Коррозионный потенциал. Проводимость железохромистой шпинели. Составление многомасштабной модели коррозии стали в контакте с водными растворами. Оптимизация параметров полученной модели. Влияние состава стали на кинетику коррозии.

#### 11. Сдача и защита курсовых заданий

Сдача первого задания. Сдача второго задания. Сдача третьего задания. Защита курсовых заданий.



## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Изобрети это! История технологий и изобретений от колеса до квантового компьютера**

#### **Цель дисциплины:**

Знакомство с ключевыми открытиями и технологическими достижениями человечества с древнейших времен до начала XXI в. в тесной взаимосвязи с изучением предпосылок и последствий этих открытий и изобретений для развития конкретных исторических социумов.

#### **Задачи дисциплины:**

Рассмотрение ключевых открытий и изобретений в научно-технологической сфере в различные исторические эпохи, выделение важнейших их особенностей как решения изобретательских и инженерных задач.

Рассмотрение развития и взаимодействия технологий, оценка непосредственных и отложенных последствий их внедрения.

Формирование и развитие навыков решения изобретательских и инженерных задач у участников курса.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- особенности научно-технологического развития различных цивилизаций в мировой истории;
- ключевые открытия и изобретения, оказавшие влияние на развитие исторических социумов с древнейших времен до начала XXI в.;
- специфику влияния открытий и изобретений на общественно-экономическое и политическое развитие, взаимовлияния внедрения технологических решений в различных сферах.

##### **уметь:**

- анализировать проблемы истории научно-технологического развития исторических социумов, устанавливать причинно-следственные связи между событиями и процессами;

- правильно оценивать и отбирать нужную информацию, анализировать, систематизировать и обобщать ее;
- критически мыслить, использовать ситуационный анализ для определения причинно-следственных связей в истории науки и технологий.

**владеть:**

- навыком использования базовой терминологии и понятийного аппарата в области истории науки и технологий;
- навыком определения условий решения изобретательских и инженерных задач в конкретно-исторических ситуациях.

**Темы и разделы курса:**

1. Введение в историю технологий и изобретений

История изучения и актуальные подходы к изучению научно-технического развития. Понятие технического, техники, технологии. Понятие науки. Представление о «нормальной науке» и «научной революции», «научном сообществе». Ученый и инженер как социальная роль, статус, профессия. Взаимосвязь и взаимовлияние научно-технологического развития и социальных, политических, экономических процессов. Параллельное развитие технологий и их взаимозависимость.

2. Технологии каменного века

Создание «второй природы». Технологии обработки материалов. Появление переносных сооружений и технологии поддержания и разведение огня. Приготовление пищи.

3. Проблемы технологического развития цивилизаций древнего мира

Сельскохозяйственная революция как первая технологическая революция в истории. Роль зернового земледелия. Природно-географические факторы развития первых цивилизаций и дискуссии о концепции сельскохозяйственной революции Дж. Даймонда и Дж. Скотта. Ирригационные системы. Мегалитические сооружения. Денежное обращение.

4. Технологии и изобретения средневековья и их взаимовлияние

Преодоление технологического кризиса античного мира. Рецепция наследия античности в арабском мире и влияние арабской науки в средневековой Европе. Трехполье: технологии аграрного мира. Ветряные мельницы. Подъемный кран. Готический собор как реализация технологических достижений средневекового общества.

5. Промышленная революция и ее научно-технологическое обеспечение

Рождение науки в современном понимании, ее теоретические и институциональные основания. Размежевание научного и «ненаучного»: роль и место алхимии в развитии раннего научного знания. Становление и институционализация эксперимента как способа производства, доказывания и презентации научных знаний. Эксперименты Р.Бойля. Проблема прикладной применимости ранних научных знаний. У истоков промышленной революции: паровой двигатель. Первые попытки использования парового двигателя в

Западной Европе и России. Проблема разрыва между научным знанием и технологиями на раннем этапе промышленной революции. Эпоха Просвещения и «промышленное Просвещение».

#### 6. НТР: технологический рывок

Дискуссии о начале НТР. Паровоз, пароход, телеграф: новые технологии транспорта, связи. Социальное конструирование технологий и их социально-экономическое, культурное влияние. Технологическое развитие и европейский колониализм XIX века. Научно-техническая революция XX века: основные контуры. Первая мировая война и ее влияние на развитие науки и техники. Вторая мировая война как борьба технологий. От технологического энтузиазма к критике научно-технического прогресса в мире в послевоенный период. Доклад Римскому клубу «Пределы роста». Трансформация научно-технологической сферы к концу XX века. Понятие инноваций, цикл и формы организации инновационного процесса.

#### 7. Проблемы научно-технологического развития в современном мире.

Новые технологии XXI века и связанные с ними этические и социальные вызовы. Цифровые технологии и основные тенденции их развития. Основные научно-технологические открытия и изобретения первой четверти XXI в.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Искусство и международный арт-рынок**

#### **Цель дисциплины:**

Дать студентам представление о функционировании международного и отечественного рынков искусства, особенностях и специфике арт-бизнеса и его составляющих, разобрать особенности функционирования отдельных элементов арт-индустрии, раскрыть тему искусства как инструмента для развития творческого потенциала личности, инструмента для эффективной коммуникации, а также фактора влияния в социально-культурном аспекте.

#### **Задачи дисциплины:**

1. Разобрать структуру арт-рынка и особенности арт-бизнеса в целом,
2. Изучить и проанализировать основные модели взаимодействия участников;
3. Познакомить с профессиональной терминологией и особенностями правового регулирования;
4. Прояснить основные тенденции в мире искусства и арт-бизнеса;
5. Показать особенности функционирования арт-рынка и ценообразования на рынке искусства.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- периодизацию истории искусств;
- устройство арт-рынка, основных игроков, особенности произведения искусства как актива, региональную специфику
- факторы ценообразования на арт-рынке
- основные виды взаимодействий между участниками арт-рынка
- правовую специфику функционирования арт-рынка

##### **уметь:**

- анализировать информацию о состоянии арт-рынка с учетом ключевых факторов;
- пользоваться основными информационными ресурсами, освещающими события на арт-рынке и состояние арт-рынка;
- позиционировать себя и выстраивать репутацию на основании знаний в сфере искусства.

**владеть:**

- базовой терминологией по истории искусства;
- профессиональной терминологией арт-рынка;
- навыками выстраивания собственных стратегий взаимодействия с арт-рынком в зависимости от выбранной модели участия.

**Темы и разделы курса:**

1. История искусств и арт-рынок. Введение

История искусств (виды искусства, жанры, стили, эпохи, течения, направления), периодизация истории искусства, произведение искусства как актив. Арт-рынок: история становления и развития. Структура, терминология, правовые аспекты.

2. Основные участники арт-рынка

Основные участники арт-рынка. Музеи и галереи. Выставочные проекты и их особенности. Особенности финансирования музеев и модели финансирования. Художник на рынке «старых мастеров» и на рынке современного искусства. Ценность и цена. Факторы ценообразования.

3. Фонды поддержки искусства

Фонды поддержки искусства: особенности и деятельность. Принципы учреждения, организации и функционирования фондов поддержки искусства. Виды фондов. Крупнейшие международные и российские фонды поддержки искусства.

4. Всемирные выставки и биеннале искусства

Всемирные выставки и биеннале искусства. Эволюция «всемирной» выставки. Особенности организации и проведения всемирных выставок и биеннале. Влияние на ценообразование и на тренды на рынке современного искусства.

5. Арт-ярмарки в мире искусства

Арт-ярмарки: особенности организации и проведения. Календарь арт-ярмарок и их роль в развитии арт-рынка. Региональные различия и значение для арт-рынка. Ценообразование. Главные международные арт-ярмарки и их особенности.

6. Международные галереи искусства. «Мега-галереи» искусства

Международные галереи «старых мастеров» и галереи современного искусства. Особенности стратегий работы с произведениями искусства, арт-институциями и клиентами. Виды галерей. Феномен «мега-галереи» на рынке современного искусства.

Галерея и ценообразование. Крупнейшие международные галереи искусства. Правовые аспекты деятельности.

#### 7. Российские галереи искусства

Российские галереи искусства (современное искусство и «старые мастера») и специфика российского арт-рынка. Организация, функционирование, продвижение галерей в России. Правовое поле российского арт-рынка.

#### 8. Аукционы искусства

Аукцион искусства: особенности организации аукционного дела. Принципы аукционного бизнеса. Фактор публичности и фактор состязательности. Виды аукционов искусства. Терминология. Крупнейшие аукционные дома, их история и специфика.

#### 9. Транспортные компании и логистика на арт-рынке

Транспортные компании и особенности транспортировки и хранения произведений искусства. Хранение во фри-портах. Особенности налогового и таможенного оформления произведений искусства. Музейная транспортировка.

#### 10. Страхование на рынке искусства

Арт-страхование, страховые компании на рынке искусства. Терминология страхового бизнеса и правовые аспекты. Особенности оценки произведений искусства для определения страховой стоимости.

#### 11. Корпорации и компании на рынке искусства. Арт-банкинг

Компании и проекты в области искусства. Виды деятельности компаний на рынке искусства. Арт-премии, выставочные проекты, корпоративные коллекции. Спонсорство и меценатство. Консалтинговые услуги. Арт-проект как бизнес-проект компании: основные стадии. Арт-банкинг.

#### 12. Коллекционирование искусства. Специфика и принципы. Корпоративные коллекции искусства

Коллекционирование искусства. Коллекционирование и собирательство. Предпосылки к коллекционированию. История коллекционирования в мире и в России. Принципы коллекционирования, источники пополнения коллекции. Экспертиза, атрибуция, провенанс.

Крупнейшие частные коллекционеры искусства в России и в мире. Корпоративные коллекции искусства: особенности создания и пополнения. Задачи корпоративной коллекции. Управление коллекцией как активом компании. Влияние корпоративной коллекции искусства на арт-рынок.

#### 13. «Медиаторы» на рынке искусства

«Медиаторы» на рынке искусства: арт-издания, арт-критики, кураторы. Основные персоналии на рынке искусства. Профессиональные сообщества и их влияние на тренды в искусстве. Каталоги-резоне и атрибуция.

#### 14. Инвестиции в искусство и финансовые инструменты на арт-рынке

Инвестиции в искусство. Основные финансовые инструменты на арт-рынке. Кредитование, структурные облигации, инвестиционные фонды. Деятельность инвестиционных арт-фондов: принципы, органы управления, документация. Искусство как альтернативная инвестиция на арт-рынке. Эндаументы в искусстве.

#### 15. Правовые аспекты арт-рынка

Основные отрасли права внутри арт-права. Авторское право, регулирование оборота предметов искусства, вопросы ввоза и вывоза. Самые громкие судебные споры на арт-рынке. Экспертиза и оценка на арт-рынке.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **История и этика в технологическом предпринимательстве**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование навыков осмысления жизненного опыта, применения критического мышления в реальной жизни, а также обоснования своей гражданской позиции и своего мировоззрения с помощью экспериментальных данных. Системный исторический анализ проводится с целью найти решения для сегодняшнего дня. После краткого экскурса в историю, студенту предстоит подумать и понять, что же нас ожидает в будущем, и каким образом действовать сейчас, чтобы в новом научно-технологическом укладе Россия оказалась в числе лидеров.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в сфере критического материализма, практической философии, истории российского инженерного дела;
- приобретение теоретических знаний и практических навыков применения критического мышления в бизнесе, геополитике и общем мировоззрении;
- развитие навыков выступления на публику и донесения своей точки зрения до аудитории.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия современного критического материализма (Черный Лебедь, антихрупкость, эволюционная эпистемология, сложные системы и т.д.);
- роль случая и значимость когнитивных искажений в реальной жизни;
- основные причины провала стартапов;
- типовые способы принятия решений;
- базовые принципы развития человеческого общества и их историческое обоснование;
- главные исторические события развития инженерного дела в России и СССР;
- основные современные вопросы этики технологического предпринимательства;
- принципы практической философии и их экспериментальный характер.



**уметь:**

- ставить цели, разбивать поставленные цели на задачи и этапы, минимизировать хрупкость проекта;
- оценивать себя, членов команды и контрагентов своих проектов и выработать наиболее продуктивное общение с ними;
- создавать простые модели явлений в реальной жизни;

**владеть:**

- навыками публичных выступлений и донесения своей точки зрения до аудитории;
- навыками осмысления своего жизненного опыта и выработки собственных жизненных принципов.

**Темы и разделы курса:****1. Биоэтика инновационных технологий**

Основные документы. Краткая история биоэтики. Основные этические вопросы в областях медицины: геронтология, профилактика и превентивная медицина в постгеномной эре, эпигенетика, клеточные технологии, трехмерная биопечать, трансплантация органов, ксенотрансплантация и химерные животные.

**2. Применение искусственного интеллекта в здравоохранении**

Искусственный интеллект (ИИ) в здравоохранении. Сверточная нейронная сеть. СППР. Вопросы, связанные с внедрением ИИ. Работа с данными. Сдерживающие факторы внедрения ИИ в систему здравоохранения.

**3. Инженерное образование в России и классическая концепция инженерного образования**

Принципы инженерного образования в дореволюционной России. Цель фундаментального образования. История русской инженерной школы. Инженерный прорыв России на рубеже 20 века: причины и следствия. Роль классической концепции образования инженера в наше время. Проблемы современной школы инженерного образования.

**4. Технологические эпохи (волны) в мировой истории и в истории России**

Экономическая теория длинных циклов. Роль технологических укладов каждом длинном цикле. Роль образовательных институтов каждом длинном цикле. Какие были длинные циклы в Российской истории, развитие российского инженерного образования в каждом из этих циклов. Технологические уклады 1: энергетика и транспорт, связь, управление. Технологические уклады 2: производство и материалы. Технологические уклады 3: Питание, одежда и жилье.

**5. Россия как альтернативный центр развития науки**

Концепция "импорта науки". Революция 1917 года. Реформа 30-ых годов. Послевоенное время. Духовные основы цивилизаций и научно-техническая традиция. «Две культуры»: гуманитарная и техническая. Наука, философия, богословие: противодействие или сотрудничество? Бронзовый, Серебрянный и Золотой Век Русской науки. Причины расцветов и упадка. Примеры – лидеры российской науки и техники в разные эпохи.

#### 6. Технические науки и базовые технологии: Русские достижения

Связь фундаментальных наук и инженерных задач. Исторические примеры применения фундаментальных знаний к инженерным задачам. Конфликт инженеров и ученых. Парижская политехническая школа. Немецкая система: Гумбольдтов университет и высшие технические школы. Российская система: институт путей сообщения. ФТП в мире. ФТП в царской России: Ленинградский политех. ФТП в СССР: физтех. Чему учат материаловедов, электронщиков и.т.д. у нас и на Западе: чем отличаются учебники, как устроена практическая часть обучения? Наука о материалах в США и России.

#### 7. Промышленность, наука и инженерное образование России в XXI веке

Роль инновационных сред. Политика на запрос инноваций. Роль семьи и неформальных личных отношений в развитии науки и техники. Инновационный цикл в настоящем и будущем. Малые предприятия - двигатель инноваций. Начало и конец последнего "динного цикла". Духовные проблемы технологического роста. Будет ли XXI век веком "цифровых" технологий? Что станет с традиционными технологиями в новой эпохе? Кейс: Индустрия 4.0 и аддитивные технологии.

#### 8. Черный Лебедь

Что такое «Черный лебедь»? Критерии Черного Лебеда. Источники Черных Лебедей.

#### 9. Антихрупкость

Триада Хрупкость-Неуязвимость-Антихрупкость. Уменьшение хрупкости. Достижение антихрупкости. Антихрупкость в действиях Правительства РФ. Сложные системы первого и второго рода. Этика и мораль в современном мире. Агентская проблема. Эпистемическая и доксистическая ответственность. Главная ошибка Галеба.

#### 10. Почему проваливаются стартапы?

Джеффри Мур, "Пересекая пропасть". Почему проваливаются 90% стартапов? Как это преодолеть? "Продуктивные" встречи. Зачем продавцам нужны инженеры? Несбыточные мечты о "платформе". Зачем инженерам нужны продавцы? Эрик Рис, "Lean startup". Как сделать бизнес антихрупким? Принцип "fail fast" - наличие стратегии выхода. Инвесторы и инвестфонды – в чем разница? "Ошибка выжившего". Так ли важен опыт сверх-успешных предпринимателей? Миф о патентах. Миф о важности руководителей. Механизмы принятия решений. Миф об идеальном руководителе. Кен Бланшар, ситуационное лидерство. Фредерик Лалу, "Открывая организации будущего". Типы организаций. Один базовый принцип, о котором часто забывают.

#### 11. Геополитика и политэкономия

Эрик Райнерт, «Как богатые страны стали богатыми...» - исторические факты от XV до XXI века. Государственное вмешательство, протекционизм по отношению к своей промышленности. Эмуляция. "Летающие гуси" Восточной Азии. Вторичные факторы:

несовершенная конкуренция, инновации, синергия. Мифы "мейнстрим"-экономики. Миф о "невидимой руке рынка". Как рекомендации МВФ разрушают экономики развивающихся стран. Миф об "институтах демократического общества". Коррупция. Виды коррупции и их динамика на примерах Великобритании, США и России. Миф о постиндустриальной экономике. США и Китай - текущее состояние и планы. Национальные идеи. Коммунизм. Главная ошибка Карла Маркса. Адаптация идей Маркса к реальности. Коммунизм как религия в СССР. Китайский подход. Возможная модернизация коммунизма.

## 12. Критическое мышление. Практическая философия

Манипуляции общественным мнением. Современный идеализм («постмодернизм»). Основы критического материализма. Информация и что с ней делать. Разница между информацией и образованием. Проникновение философии в реальную жизнь. Логика и философия. Приёмы практической философии. Вопрос о смысле жизни. Феномен "творческой интеллигенции" в Великобритании начала XX века и в России начала XXI века. Что такое мистицизм? Экспериментальный характер мистицизма. Материализм и мистицизм. Эволюция разума.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **История математики и информатики: от абака до интернета**

#### **Цель дисциплины:**

Познакомить студента с историей и философией математики, вычислительной математики и развитием вычислительной техники.

#### **Задачи дисциплины:**

1. Познакомить обучающегося с предпосылками появления и механизмами развития математических понятий древности, античности, средневековья, Нового времени и современности.
2. Дать представление о философии математики, о различных программах обоснования оснований математики: как исторических - логицизма, интуиционизма, формализма, - так и об их современных составляющих.
3. Рассказать об истории вычислительных методов и вычислительной техники, об этапах ее развития, об истории системного и прикладного программного обеспечения, об истории компьютерных сетей и нейросетевых технологий и систем искусственного интеллекта.
4. Познакомить слушателей курса с развитием теории информации.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Историю математики в следующей периодизации: математика древних царств, греческая математика, индийская и арабская математика, математика средневековья и эпохи Возрождения, математика Нового времени, современная математика;
- историю информатики от предпосылок (Лейбниц, Эйлер, Гаус), через теорию вычислительных машин (фон Нейман, Винер, Тьюринг) и теорию информации (Шеннон, Колмогоров), до теории машинного обучения и анализа больших данных;
- историю вычислительной техники от вычислительных приспособлений, механических арифмометров, к программируемым машинам, электронным компьютерам, локальным вычислительным сетям, системам машинного интеллекта.

**уметь:**

- Понимать вклад различных ученых и культур в развитие математических знаний и вычислительной техники;
- анализировать и оценивать значимость математических открытий для науки и техники;
- применять полученные знания для анализа современных математических проблем.

**владеть:**

- Навыками работы с историческими источниками и литературой по истории математики и информатики;
- представлениями о программах обоснования основ математики.

**Темы и разделы курса:****1. Введение: для чего нужно знать историю математики и информатики**

Понятие о математической абстракции и вычислительной технике. Соотношение идеального и реального в математике. Место математики и информатики в современной жизни. Роль математических и вычислительных методов в лингвистике.

Четыре периода истории математики по А.Н.Колмогорову: 1) период зарождения математики; 2) период элементарной математики; 3) период математики переменных величин; 4) период современной математики.

Понятие доказательства в математике и его развитие от Древнего Египта до наших дней. Зарождение дедуктивного метода в Древней Греции. Евклид и его «Начала». Современное представление о доказательстве. Николай Бурбаки и его «Начала математики».

Общее представление о неформальном аксиоматическом методе. Математические структуры и математические модели. Основные алгебраические структуры как модели. Элементарная аксиоматика натурального ряда, ее стандартная и нестандартная модели. Аксиоматика Пеано и ее категоричность; проблемы, возникающие в связи с неэлементарностью аксиом.

**2. Античная и средневековая математика**

Влияние математики на философию и логику. Апоории Зенона Элейского. Пифагор и пифагорейцы; зарождение идеализма. Платон и платонизм; учение о самостоятельном бытии идей. Гносеологические взгляды рационалистов. Представление об априорности восприятия пространства и времени у кантианцев. Логический позитивизм и роль математики в его становлении.

**3. Математика Нового и Новейшего времени**

Проблема соотношения реального физического мира и его математических моделей. Космологические гипотезы и их отражение в моделях геометрии. Геометрия Евклида и геометрия Лобачевского. Проблема ограниченности/неограниченности,

дискретности/непрерывности, ориентируемости/неориентируемости в физике и в математике. Учение Эйнштейна - Фридмана об ограниченной, искривленной, расширяющейся вселенной. Проблема числа измерений в физике и математике.

Дедуктивное построение геометрии: от Евклида к Лобачевскому и Гильберту. Неевклидовы геометрии.

Аксиома Архимеда и ее влияние на построение математики. Неархимедово пространство в физике и математике.

Понятие о нестандартном математическом анализе. Актуальные бесконечно малые и бесконечно большие величины в трактовке Лейбница и Эйлера и в современном понимании. Множественность математических моделей реального физического мира.

#### 4. Философия математики и информатики

Три кризиса оснований математики: 1) древний, связанный с осознанием непрерывности (Пифагор, элеаты); 2) новый, связанный с некритическим использованием бесконечно малых величин (начало XIX века); 3) новейший, связанный с появлением математических антиномий.

Основные логические антиномии: антиномия Рассела, антиномия Кантора, антиномия Бурали-Форти. Основные синтаксические антиномии: антиномия Ришара, антиномия Берри, антиномия Греллинга, антиномия лжеца. Парадокс кучи и общее понятие парадокса в сопоставлении с понятием антиномии. Паралогизмы и софизмы.

Проблема реальности математических объектов. Соотношение конечного и бесконечного. Финитаризм.

Общее представление о формальном аксиоматическом методе и его гносеологических возможностях. Формализация арифметики и теорема Геделя о неполноте. Формализация теории множеств и неразрешимость проблемы континуума.

Понятие информации: данные значение и информация. Информационная энтропия и информационная сложность. Проблема вычислимости. Машина Тьюринга.

Проблема искусственного интеллекта. Тест Тьюринга. Проблема нейросетевого технологического скачка.

#### 5. История вычислительной техники

Механические вычислительные приспособления и устройства. Антикитерская машина. Логарифмическая линейка. Арифмометры Паскаля и Лейбница. Механические программируемые устройства. Машина Бэббиджа.

Электромеханические и аналоговые вычислительные машины. Компьютеры Цузе. Электронные компьютеры первого поколения. Марк I, ENIAC и прочие.

Второе и третье поколение вычислительной техники. Советские разработки. Компьютерная революция 70-х. Операционные системы и прикладное программное обеспечение. Микропроцессоры. Микрокомпьютеры и персональные машины. Появление компьютерных сетей.

Параллельные и распределённые вычисления. Нейронные сети.

## 6. История программирования и программного обеспечения

Программирование механических устройств. Перфокарты.

Программирование ранних электронных машин в машинном коде. Первые языки программирования (Fortran, BASIC и ALGOL).

Операционные системы 70-х: UNIX, CP-M. DOS. Первые графические интерфейсы пользователя (GUI). ОС MacOS и Windows. Прикладное программное обеспечение: СУБД, текстовые процессоры и электронные таблицы. Развитие компьютерных игр.

Поколения техпроцессов программирование: машинные коды, функциональное и процедурное программирование, объектное программирование. Программирование с использованием нейросетевых средств генерации кода.

История методик разработки программного обеспечения. Водопадная модель. Итеративная разработка и иные гибкие методологии разработки.

## 7. История компьютерных сетей

Почта. Пневматические системы передачи документов. Телетайпные сети.

Ранние протоколы передачи данных. Появление сетей Ethernet. Протокол TCP/IP. ARPANET. Проявление и развитие Интернета. Электронная почта. Прикладные и системные протоколы передачи данных (HTTP, SMTP и FTP).

Появление веб-сайтов. Исторические сервисы Фидонета и Интернета: доски объявлений, веб-чаты и т.п. Развитие сервисов Интернета: поисковые машины, блог-платформы и социальные сети, платформы видео-хостинга, образовательные системы.

Мобильная революция. Мобильные мессенджеры. Интернет вещей

## 8. История и будущее информатики

Перспективы. Нейросетевые системы обработки и генерации данных. Развитие систем электронного обучения. Новая литература и видеоблогинг. Спутниковые системы передачи данных. Квантовые вычисления. Усиление мыслительных способностей человека.

Негативные тенденции. Интернет-цензура. Кибертерроризм. Распад глобальной сети. Концепция «суверенного Интернета».

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Квантовое атомистическое моделирование**

#### **Цель дисциплины:**

- ознакомить студентов с современными методами молекулярного моделирования в физике, химии, биологии и нанотехнологиях.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний в области современных средств визуализации данных и молекулярной графике;
- приобретение навыков использования GRID-технологий;
- формирование способности анализировать полученные результаты, делать выводы об оптимальности применения тех или иных программных методов.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- знать принципы теоретико-вычислительного описания вещества на различных масштабных уровнях;
- иметь базовые навыки применения программного обеспечения для численного решения задач на каждом из уровней;
- знать принципы объединения различных масштабов для решения конкретных задач и иметь соответствующие навыки;
- уметь оценивать вычислительную сложность поставленных задач и требуемых для их решения аппаратных ресурсов.

##### **уметь:**

- абстрагироваться от несущественного при решении прикладных задач;
- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;



- осваивать новые предметные области и вычислительные методики;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;
- культурой постановки и решения вычислительных задач.

**Темы и разделы курса:**

1. Введение

Молекулярное моделирование - современный метод исследований в физике, химии, биологии и нанотехнологиях. Базовые понятия: системы координат, уравнения движения, периодические граничные условия, поверхности потенциальной энергии, единицы измерения.

2. Потенциалы межатомного взаимодействия

Парные потенциалы: твердые, мягкие сферы, потенциалы Леннарда-Джонса и Букингема.

3. Интегрирование уравнений движения

Методы интегрирования уравнений движения в молекулярной динамике. Сохранение интегралов и инвариантов. Симплектические схемы интегрирования. Методы оптимизации.

4. Равновесные системы

Методы вывода молекулярно-динамической системы в равновесие. Моделирование различных статистических ансамблей.

5. Неравновесные системы, релаксация

Примеры моделей неравновесных процессов на атомистическом уровне. Основные требования к моделированию релаксации.

6. Параллельные вычисления

Применение параллельных вычислений к вопросам, рассмотренным в предыдущих разделах.

7. Основы вычислительной квантовой механики

Детерминант Сдэтера, Молекулярные орбитали. Уравнения Хартри-Фока.

8. Использование GRIG-технологий

Уравнение абстракции в технологии GRID.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Китайский язык для общепрофессиональных целей**

#### **Цель дисциплины:**

Цель преподавания и изучения дисциплины "Китайский язык для общепрофессиональных целей" заключается в формировании и развитии межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции для решения коммуникативных задач в социокультурной, академической и профессионально-деловой сферах деятельности, а также для развития профессиональных и личностных качеств выпускников магистратуры.

#### **Задачи дисциплины:**

Задачи формирования межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции состоят в последовательном овладении студентами совокупностью субкомпетенций, основными из которых являются:

- межкультурная компетенция: общая способность распознавать условия и особенности межкультурной ситуации, избирать конкретные тактики ведения межкультурного диалога с позиции равного статуса двух взаимодействующих культур;
- лингвистическая компетенция: способность понимать речь других людей и использовать в вербальной коммуникации грамматически и синтаксически правильных форм;
- социолингвистическая компетенция: умение выбирать оптимальные лингвистические формы, способы языкового выражения в зависимости от коммуникативной цели говорящего и других конкретных межкультурных условий высказывания;
- социокультурная компетенция: способность учитывать в общении речевое и неречевое поведение, принятое в стране изучаемого языка;
- социальная компетенция: способность взаимодействовать с партнерами по общению, умение управлять межкультурной ситуацией, владение соответствующими стратегиями;
- дискурсивная (речевая) компетенция: знание правил построения устных и письменных сообщений-дискурсов, умение планировать и строить такие сообщения и понимать их смысл в речи других людей;
- стратегическая (компенсаторная) компетенция: умение пользоваться наиболее эффективными стратегиями при решении коммуникативных задач и компенсировать недостаток знаний или навыков при ведении межкультурной коммуникации;

- компенсаторная компетенция: умение преодолевать коммуникативный барьер за счет использования известных речевых и метаязыковых средств;
- прагматическая компетенция: умение выбирать наиболее эффективный и целесообразный способ выражения мысли в зависимости от условий коммуникативного акта и поставленной задачи.

### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- Основные факты, реалии, имена, достопримечательности, традиции Китая;
- события из области истории, культуры, политики, социальной жизни Китая;
- основные фонетические, лексико-грамматические, стилистические особенности китайского языка и аналогичные особенности в родном языке;
- социальную специфику китайской и родной культур.

#### **уметь:**

- Порождать адекватные в условиях конкретной ситуации общения устные и письменные тексты;
- реализовать коммуникативное намерение с целью воздействия на партнера по общению;
- адекватно понимать и интерпретировать смысл и намерение автора при восприятии устных и письменных аутентичных текстов;
- выявлять сходство и различия в фонетической, лексико-грамматической, синтаксической и стилистической системах родного и китайского языка;
- выявлять условия и особенности межкультурной коммуникативной ситуации;
- прогнозировать возможный межкультурный конфликт и выбирать тактику его разрешения;
- пользоваться специализированными Интернет-ресурсами и компьютерными технологиями (в т.ч. иностранными), направленными на поиск информации языкового и культурного характера;
- проявлять толерантность, эмпатию, открытость, дружелюбие, готовность и желание помочь при общении с представителями другой культуры;
- самостоятельно добывать новые знания межкультурного характера и использовать их на практике;
- критически осознавать иноязычную и родную культуры, давать им самостоятельную интерпретацию и оценку.

#### **владеть:**

- Межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенцией, включая основные субкомпетенции, в разных видах речевой и неречевой деятельности на элементарном уровне,
- различными межкультурно-коммуникативными стратегиями;
- учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности;
- стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений;
- стратегиями культурной саморефлексии, т.е. стратегиями, дающими критический взгляд на культуры для их последующей интерпретации и оценки;
- базовыми навыками ведения межкультурной коммуникации в рамках принятого вербального и невербального этикета;
- разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;
- Интернет-технологиями для выбора оптимального режима получения информации;
- презентационными технологиями для сообщения информации.

### **Темы и разделы курса:**

1. Планы на выходные, приглашение гостей, обсуждение традиций приема гостей в Китае.

Обсуждение привычного времяпрепровождения в выходные, прием гостей, фразы вежливости при приеме гостей, обсуждение особенностей времяпрепровождения в гостях в Китае.

Знакомство с лексикой по теме: уикенд, виды деятельности, угощения, как добрались, отмечать праздники и т. п. Фразы настроения.

Коммуникативные задачи: описывать свое настроение и предпочтения, научиться поддерживать вежливую беседу в гостях.

Письмо: иероглифика, соответствующая теме «выходные», «в гостях».

Грамматика: наречия степени 太, 真, 有一点, 一点儿, 不太, 最,, предложная конструкция с предлогом 在, альтернативный вопрос с союзом 还是, модальные глаголы 会, 得; риторический вопрос 不是... 吗 · высказывания с условием «если..., то...».

2. Привычки, адаптация к новым условиям.

Обсуждение своих привычек, привычек собеседника, привыкание к новым условиям в незнакомой стране.

Коммуникативные задачи: научиться вести личные беседы, давать советы, интересоваться ситуацией собеседника в новых условиях.

Письмо: иероглифика, соответствующая теме (привык, адаптировался, возраст, здоровый образ жизни).

Грамматика: наречия 就, 才, наречие 还, наречие 大概. Вопрос 多大年纪?

3. Здоровье, заболевание, визит к больному, лекарства и лечение.

Разговор о заболеваниях, лекарствах, способах лечения, больничных.

Коммуникативные задачи: научиться говорить о самочувствии, болезни, говорить с врачом о своих жалобах, понимать диагноз и способы лечения, уметь отпроситься у учителя по болезни.

Письмо: иероглифика, соответствующая теме «здоровье, болезнь, лечение».

Грамматика: частица 了, суффикс 了, модальный глагол 能, выражения 好像, 最好....

4. Планы на ближайшее и отдаленное будущее, внезапная смена планов.

Обсуждение продолжительности какого-то периода в жизни в прошлом, настоящем и будущем, обсуждение планов на будущее — отдаленное и ближайшее

Коммуникативные задачи: научиться говорить о длительности действия в настоящем, прошедшем и будущем, обсуждать планы, мечты, намерения, научиться составлять совместные планы на выходные.

Письмо: иероглифика, соответствующая теме «планы на будущее», «встреча», «продолжительность времени».

Грамматика: грамматика длительности действия, специальный вопрос к дополнению длительности.

5. Хобби, спорт, активный отдых.

Обсуждение любимых видов деятельности, вариантов времяпрепровождения, занятий спортом.

Коммуникативные задачи: научиться описывать свое хобби, обсуждать занятия спортом, физические нагрузки, свои предпочтения и самочувствие после активного времяпрепровождения.

Письмо: иероглифика, соответствующая теме («хобби», «спорт» и пр.).

Грамматика: различение модальных глаголов 会, 可以, 能, 得, 想, 要..

6. Подготовка к экзаменам, планы на каникулы.

Обсуждение своей готовности к экзамену, волнение, уровень знаний. Выражение скорого наступления какого-то события.

Коммуникативные задачи: научиться говорить о наступающих событиях, обсуждать подготовку к предстоящим мероприятиям.

Письмо: иероглифика, соответствующая теме («экзамен», «каникулы» и пр.).

Грамматика: конструкции 快要...了, 就要...了; наречия 只好, 可能, наречия 再, 又.

7. Планирование путешествий по Китаю, интересные места для посещения в Китае.

Обсуждение интересных мест для поездки по Китаю, разговор о планах на каникулы. Ролевые коммуникативные игры по теме.

Коммуникативные задачи: научиться обсуждать путешествия, интересные места, свои размышления о предстоящих событиях.

Письмо: иероглифика, соответствующая темам «путешествия», «каникулы» и пр.

Грамматика: прилагательное + 极了, глагольные счетные слова 一趟, 一次, 一遍.

8. Обсуждение сложностей в учебе, результатов экзаменов.

Коммуникативные задачи: научиться рассказывать по-китайски о сложностях при подготовке к чему-либо, о своих переживаниях, своем состоянии, научиться строить вопросы и предложения о результатах какого-либо дела.

Письмо: иероглифика, соответствующая теме («экзамен», «задания», «подготовка» и т.д.).

Грамматика: дополнение результата, частица 得.

9. Способы путешествовать по Китаю, виды транспорта, категории билетов.

Особенности путешествия по Китаю на поезде, категории билетов: купе, мягкий сидячий, жесткий сидячий, билет без места.

Коммуникативные задачи: научиться беседовать о предстоящей поездке, знакомство в особенностями китайский поездов, научиться различать на слух и знать, как купить нужную категорию билета, поменять билет и др.

Письмо: иероглифика, соответствующая теме («поезд», «билет» и т.д.)

Грамматика: результативная морфема 完, 好, 到, 见 · 干净.

10. Вечер встреч, подготовка к вечеринке.

Обсуждение подготовки к вечеру встреч, приготовления, подготовка выступления.

Ролевые коммуникативные игры по теме.

Коммуникативные задачи: научиться обсуждать предстоящее мероприятие, подготовку к нему, знакомство с традициями проведения вечеринок в кругу коллег из разных стран.

Письмо: иероглифика, соответствующая теме («встреча», «вечеринка», «готовиться» и пр.)

Грамматика: обобщение пройденной грамматики.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Китайский язык для специальных целей**

#### **Цель дисциплины:**

Целью изучения дисциплины «Китайский язык для специальных целей» является формирование и развитие межкультурной профессионально-ориентированной коммуникативной компетенции студентов на элементарном уровне для решения коммуникативных задач в профессионально-деловой, социокультурной и академической сферах деятельности, а также для развития профессиональных и личностных качеств выпускников магистратуры.

#### **Задачи дисциплины:**

Достижение элементарного уровня межкультурной профессионально-ориентированной коммуникативной компетенции в ходе изучения дисциплины «Китайский язык для специальных целей» требует решения ряда задач, которые состоят в последовательном овладении студентами совокупностью субкомпетенций, основными из которых являются:

- лингвистическая компетенция: способность понимать речь других людей и выразить собственные мысли на китайском языке;
- социокультурная компетенция: способность учитывать в общении речевое и неречевое поведение, принятое в КНР;
- социальная компетенция: способность взаимодействовать с партнерами по общению, владение соответствующими стратегиями;
- дискурсивная компетенция: знание правил построения устных и письменных сообщений-дискурсов, умение строить такие сообщения и понимать их смысл в речи других людей;
- стратегическая компетенция: умение пользоваться наиболее эффективными стратегиями при решении коммуникативных задач;
- предметная компетенция: знание предметной информации при организации собственного высказывания или понимания высказывания других людей;
- компенсаторная компетенция: умение преодолевать коммуникативный барьер за счет использования известных речевых и метаязыковых средств;
- прагматическая компетенция: умение выбирать наиболее эффективный и целесообразный способ выражения мысли в зависимости от условий коммуникативного акта и поставленной задачи.



## **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

### **знать:**

- основные факты, реалии, имена, достопримечательности, традиции КНР;
- события из области истории, культуры, политики, социальной жизни КНР;
- основные фонетические, лексико-грамматические, стилистические особенности китайского языка и его отличие от родного языка;
- основные особенности письменной и устной форм коммуникации.

### **уметь:**

- порождать адекватные в условиях конкретной ситуации общения устные и письменные тексты;
- реализовать коммуникативное намерение с целью воздействия на партнера по общению;
- адекватно понимать и интерпретировать смысл и намерение автора при восприятии устных и письменных аутентичных текстов;
- выявлять сходство и различия в системах родного, первого иностранного (второго иностранного) и китайского языков;
- проявлять толерантность, эмпатию, открытость и дружелюбие при общении с представителями другой культуры.

### **владеть:**

- межкультурной профессионально-ориентированной коммуникативной компетенцией в разных видах речевой деятельности на элементарном уровне;
- социокультурной компетенцией для успешного взаимопонимания в условиях общения с представителями другой культуры;
- различными коммуникативными стратегиями;
- учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности;
- стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений;
- разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;
- Интернет-технологиями для выбора оптимального режима получения информации;
- презентационными технологиями для сообщения информации.

## **Темы и разделы курса:**

1. Вводно-фонетический и вводно-иероглифический курс. Знакомство с китайскими коллегами.

Ознакомление с основами произносительной базы китайского языка (путунхуа) и основными правилами каллиграфии и иероглифики. Актуализация полученных знаний в речевой деятельности.

Коммуникативные задачи: воспринимать на слух и воспроизводить слова, словосочетания, фразы соблюдая произносительную норму китайского языка. Читать слова, словосочетания и фразы как записанные пиньинь, так и записанные иероглифами, соблюдая произносительную норму китайского языка. Составлять фразы, в т.ч. повседневного обихода, соблюдая лексико-грамматические нормы китайского языка. Употреблять фразы вежливости. Участвовать в диалоге-расспросе и диалоге-побуждении к действию. Принимать участие в ролевой игре «Знакомство с китайскими коллегами».

Произношение: звукобуквенный стандарт записи слов китайского языка - пиньинь, соблюдение основных требований к произношению звуков китайского языка и различение на слух всех звуков китайского языка. Соблюдение правил системы тонов китайского языка, основные типы интонации китайских предложений.

Лексика: фразы приветствия и прощания, устойчивые выражения, фразы вежливости. Названия стран мира, городов КНР и мира. Числительные от 1 до 100 000 000, основные счетные слова. Популярные китайские фамилии, члены семьи. Названия университетов, некоторых мировых и китайских фирм.

Грамматика: основные коммуникативные типы предложений - повествовательные (утвердительные/отрицательные), вопросительные (общий и специальный вопрос), побудительные, восклицательные и их структуры (порядок слов, топик и комментарий (подлежащее и сказуемое, инвертированное дополнение и т.п.). Предложение с качественным сказуемым, качественным прилагательным в позиции комментария). Отрицательная форма предложения с качественным сказуемым, качественным прилагательным в позиции комментария. Предложения с глаголом-связкой 是 shì, положение отрицания 不 bù в предложении с глаголом-связкой 是 shì, вопросительные предложения с частицами 吗 ma, 吧 ba, 呢 ne. Определение со значением притяжательности. Частица 的 de. Порядок следования определений в китайском предложении. Личные местоимения в китайском языке, их функции и употребление. Указательные и вопросительные местоимения в китайском языке. Вопросительные предложения с вопросительными местоимениями. Порядок слов в вопросительном предложении с вопросительным местоимением. Предложение с глагольным сказуемым (глаголом действия в позиции комментария). Наречия 也 yě и 都 dōu, их место в предложении относительно сказуемого. Сочетание наречия 都 dōu с отрицанием 不 bù.

Письмо: основные правила каллиграфии. Основы иероглифики, овладение графемами и иероглифами в соответствии с осваиваемым лексико-грамматическим материалом. Написание небольших письменных высказываний в соответствии с коммуникативной задачей.

2. Повседневная жизнь на работе и дома, общение с коллегами

Обсуждение своих предпочтений (цвет, одежда, еда и напитки, хобби, виды спорта, праздники). Сообщение местоположения. Разговор о дате и времени. Описание внешности человека. Актуализация полученных знаний, навыков и умений в речевой деятельности.

Коммуникативные задачи: воспринимать на слух и воспроизводить слова, словосочетания, фразы, соблюдая произносительную норму китайского языка. Понимать основное содержание различных аутентичных прагматических и публицистических аудио- и видеотекстов соответствующей тематики. Извлекать необходимую/запрашиваемую информацию из различных аудио- и видеотекстов соответствующей тематики. Читать слова, словосочетания, фразы и небольшие тексты как записанные пиньинь, так и записанные иероглифами, соблюдая произносительную норму китайского языка. Читать аутентичные тексты различных стилей с использованием различных стратегий/видов чтения в соответствии с коммуникативной задачей. Составлять фразы и небольшие тексты, соблюдая лексико-грамматические нормы китайского языка. Употреблять фразы вежливости. Участвовать в диалоге-расспросе и диалоге-побуждении к действию, вести диалог-обмен мнениями, вести комбинированный диалог, включающий элементы разных типов диалогов. Рассказывать, рассуждать в рамках изученной тематики и проблематики, в том числе приводя примеры, аргументы. Описывать события, излагать факты, прочитанное/прослушанное/увиденное. Сообщение местоположения и направления движения, о том, как проехать/пройти и на каких видах транспорта. Рассказ о предпочтениях в цвете, одежде, еде и напитках, хобби, любимых видах спорта. Описывать характер и внешность человека. Рассказывать о любимых праздниках. Принять участие в играх «Угадай кто?». Принять участие в ролевой игре «На корпоративном мероприятии».

Произношение: соблюдение основных требований к произношению звуков китайского языка и различение на слух всех звуков китайского языка. Соблюдение правил системы тонов китайского языка. Основные типы интонации китайских предложений, мелодика и ритм китайских предложений разных типов, фразовое ударение.

Лексика: устойчивые выражения, фразы вежливости. Дата, время, время дня, дни недели в китайском языке. Послелогии («наречия места»), уточняющие пространственные отношения. Виды транспорта. Цвета, одежда, еда и напитки. Праздники в КНР и РФ.

Грамматика: основные коммуникативные типы предложений - повествовательные (утвердительные/отрицательные), вопросительные (общий и специальный вопрос), побудительные, восклицательные и схемы их построения. Предложения наличия и обладания с глаголом 有 ую. Несколько глаголов в составе сказуемого. Предложения с глагольным сказуемым, принимающим после себя два дополнения (двойное дополнение). Глаголы (глаголы-предлоги) в позиции предлога в китайском языке. Предложные конструкции. Обстоятельство времени, способы обозначения точного времени и даты. Порядок следования обстоятельств времени в предложении. Удвоение глагола. Послелогии

(«наречия места»), уточняющие пространственные отношения (前边 qiánbiān, 后边 hòubiān, 上边 shàngbiān и др.), в функции подлежащего, дополнения, определения. Предложения со значением местонахождения (глагол 在 zài, глагол 有 yǒu, связка 是 shì). Односложный дополнительный элемент направления (модификатор, (полу-) суффикс глагола движения) 来 lái / 去 qù. Удвоение прилагательных, двусложные прилагательные в позиции определения.

Письмо: овладение графемами и иероглифами в соответствии с осваиваемым лексико-грамматическим материалом. Написание сообщений или письменных высказываний в соответствии с коммуникативной задачей.

3. Прошлый личный и профессиональный опыт. Здоровье и забота о нем. Экскурсия по университету, офису фирмы.

Обсуждение прошлого личного и профессионального опыта, быта, домашних животных. Разговор о проблеме здоровья и заботы о нем, самочувствия (части тела), медицинских услуг. Знакомство с типичным китайским университетом, экскурсия по кампусу университета, офису фирмы. Актуализация полученных знаний, навыков и умений в речевой деятельности.

Коммуникативные задачи: воспринимать на слух и воспроизводить слова, словосочетания, фразы, соблюдая произносительную норму китайского языка. Понимать основное содержание различных аутентичных прагматических и публицистических аудио- и видеотекстов соответствующей тематики. Извлекать необходимую/запрашиваемую информацию из различных аудио- и видеотекстов соответствующей тематики. Читать слова, словосочетания, фразы и небольшие тексты как записанные пиньинь, так и записанные иероглифами, соблюдая произносительную норму китайского языка. Читать аутентичные тексты различных стилей с использованием различных стратегий/видов чтения в соответствии с коммуникативной задачей. Составлять фразы и небольшие тексты, соблюдая лексико-грамматические нормы китайского языка. Употреблять фразы вежливости. Участвовать в диалоге-расспросе и диалоге-побуждении к действию, вести диалог-обмен мнениями, вести комбинированный диалог, включающий элементы разных типов диалогов. Рассказывать, рассуждать в рамках изученной тематики и проблематики, в том числе приводя примеры, аргументы. Описывать события, излагать факты, прочитанное, прослушанное, увиденное. Сообщения о прошлом опыте как в повседневной жизни, так и в профессиональной. Рассказывать о любимых домашних животных. Рассказывать о проблемах со здоровьем, о частях тела. Описывать кампус университета, офис фирмы. Принять участие в ролевой игре «Экскурсия по кампусу университета, офису фирмы».

Произношение: соблюдение основных требований к произношению звуков китайского языка и различение на слух всех звуков китайского языка. Соблюдение правил системы

тонов китайского языка. Основные типы интонации китайских предложений, мелодика и ритм китайских предложений разных типов, фразовое ударение.

Лексика: устойчивые выражения, фразы вежливости. Домашние животные. Здоровье, самочувствие, части тела, лекарства, медицинские услуги. Структура кампуса университета; учреждения, входящие в состав кампуса.

Грамматика: основные коммуникативные типы предложений - повествовательные (утвердительные/отрицательные), вопросительные (общий и специальный вопрос), побудительные, восклицательные и схемы их построения. Выражение значения действия, имевшего место в неопределенное время в прошлом (суффикс 过 guo). Отрицательная форма глаголов с суффиксом 过 guo. Показатель состоявшегося действия суффикс 了 le, модальная частица 了 le. Отрицание в предложениях с суффиксом 了 le и модальной частицей 了 le. Употребление модальных глаголов 想 xiǎng, 要 yào, 会 huì, 能 néng, 可以 kěyǐ и др. и их значения. Отрицательная форма модальных глаголов. Выражение значения продолженного действия/вида. Употребление наречий 正 zhèng, 在 zài, комбинации 正在 zhèngzài и модальной частицы 呢 ne для передачи значения продолженного действия. Выделительная конструкция 是...的 shì ...de.

Письмо: овладение графемами и иероглифами в соответствии с осваиваемым лексико-грамматическим материалом. Написание сообщений или письменных высказываний в соответствии с коммуникативной задачей.

#### 4. Погода и географическое положение РФ, КНР

Обсуждение погоды и географического положения России и Китая. Разговор о подготовке ко дню рождения. Актуализация полученных знаний, навыков и умений в речевой деятельности.

Коммуникативные задачи: воспринимать на слух и воспроизводить слова, словосочетания, фразы, соблюдая произносительную норму китайского языка. Понимать основное содержание различных аутентичных прагматических и публицистических аудио- и видеотекстов соответствующей тематики. Извлекать необходимую/запрашиваемую информацию из различных аудио- и видеотекстов соответствующей тематики. Читать слова, словосочетания, фразы и небольшие тексты как записанные пиньинь, так и записанные иероглифами, соблюдая произносительную норму китайского языка. Читать аутентичные тексты различных стилей с использованием различных стратегий/видов чтения в соответствии с коммуникативной задачей. Составлять фразы и небольшие тексты, соблюдая лексико-грамматические нормы китайского языка. Употреблять фразы вежливости. Участвовать в диалоге-расспросе, диалоге-побуждении к действию, вести диалог-обмен мнениями, вести комбинированный диалог, включающий элементы разных типов диалогов. Рассказывать, рассуждать в рамках изученной тематики и проблематики, в том числе приводя примеры, аргументы. Описывать события, излагать факты, прочитанное, прослушанное, увиденное. Рассказывать о том, в каком году по восточному календарю

родился. Характеризовать совершаемые действия или состояния. Сравнить погодные явления, людей и т.д. Рассказывать о географическом положении стран, городов, районов. Принять участие в ролевой игре «Прием по случаю дня рождения».

Произношение: соблюдение основных требований к произношению звуков китайского языка и различение на слух всех звуков китайского языка. Соблюдение правил системы тонов китайского языка. Основные типы интонации китайских предложений, мелодика и ритм китайских предложений разных типов, фразовое ударение.

Лексика: устойчивые выражения, фразы вежливости. Восточный календарь. Название некоторых должностей, характеристика действий/явлений, выражения сравнения. Погода, природные явления. Географическое положение, названия некоторых географических объектов.

Грамматика: основные коммуникативные типы предложений - повествовательные (утвердительные/отрицательные), вопросительные (общий и специальный вопрос), побудительные, восклицательные и схемы их построения. Дополнительный элемент оценки (обстоятельство результата). Частица 得 de (-de постпозитивное). Сравнительные конструкции (с предлогом 比 bǐ, 没有 méi yǒu). Выражения подобия (конструкция 跟...— 羊 gēn ... yúàng). Дополнительный элемент количества в сравнительных конструкциях (обстоятельство меры – прим. 比她大两岁). Распознавать и употреблять в речи наречия степени 真 zhēn, 太 tài, 非常 fēicháng, 更 gèng. Безличные предложения, описывающие природные явления. Последовательно-связанные безличные предложения. Распознавать и употреблять в речи наречия: 还 hái, 再 zài, 又 yòu, 就 jiù, 才 cái и др.

Письмо: овладение графемами и иероглифами в соответствии с осваиваемым лексико-грамматическим материалом. Написание сообщений или письменных высказываний в соответствии с коммуникативной задачей.

5. Изучение иностранных языков для профессиональных целей. Аренда жилья при переезде.

Обсуждение проблем в изучении иностранных языков, непредвиденных ситуаций, вопросов аренды квартиры. Актуализация полученных знаний, навыков и умений в речевой деятельности.

Коммуникативные задачи: воспринимать на слух и воспроизводить слова, словосочетания, фразы, соблюдая произносительную норму китайского языка. Понимать основное содержание различных аутентичных прагматических и публицистических аудио- и видеотекстов соответствующей тематики. Извлекать необходимую/запрашиваемую информацию из различных аудио- и видеотекстов соответствующей тематики. Читать слова, словосочетания, фразы и небольшие тексты как записанные пиньинь, так и записанные иероглифами, соблюдая произносительную норму китайского языка. Читать аутентичные тексты различных стилей с использованием различных стратегий/видов

чтения в соответствии с коммуникативной задачей. Составлять фразы и небольшие тексты, соблюдая лексико-грамматические нормы китайского языка. Употреблять фразы вежливости. Участвовать в диалоге-расспросе, диалоге-побуждении к действию, вести диалог-обмен мнениями, вести комбинированный диалог, включающий элементы разных типов диалогов. Рассказывать, рассуждать в рамках изученной тематики и проблематики, в том числе приводя примеры, аргументы. Описывать события, излагать факты, прочитанное/прослушанное/увиденное. Беседовать о длительности и кратности разного рода действий (как долго изучаешь иностранный язык, сколько раз бывал в КНР и т.п.). Рассказывать о проблемах, возникающих при изучении иностранных языков. Сравнить жилье разных типов. Рассказывать о непредвиденных ситуациях и возможностях преодоления такого рода проблем. Принять участие в ролевой игре «Аренда квартиры».

Произношение: соблюдение основных требований к произношению звуков китайского языка и различение на слух всех звуков китайского языка. Соблюдение правил системы тонов китайского языка; основные типы интонации китайских предложений, мелодика и ритм китайских предложений разных типов, фразовое ударение.

Лексика: устойчивые выражения, фразы вежливости. Изучение иностранного языка. Длительность и кратность совершаемых действий или состояний, непредвиденные происшествия (нет билетов, авария на дороге и т.п.). Аренда квартиры - типы жилья, арендная плата, название комнат, технических бытовых устройств и т.п.

Грамматика: основные коммуникативные типы предложений - повествовательные (утвердительные/отрицательные), вопросительные (общий и специальный вопрос), побудительные, восклицательные и схемы их построения. Дополнительный элемент длительности. Предложения с дополнительным элементом длительности и прямым дополнением. Структура отрицательных предложений с дополнительным элементом длительности. Дополнительный элемент кратности действия. Показатели кратности, глагольные счетные слова 次 cì, 遍 biàn. Выражение значения состояния на момент речи. Оформление глагола суффиксом 着 zhe. Отрицательная форма глагола с суффиксом 着 zhe. Результативные глаголы. Результативные морфемы, (полу-) суффиксы 好 hǎo, 完 wán, 到 dào, 住 zhù, 下 xià, 上 shàng, 懂 dǒng и др. Сложный дополнительный элемент направления, модификатор, (полу-) суффикс глагола движения, включающий 进 jìn, 出 chū и подобные - 走进来 zǒujìnlái, 开进去 kāijìnqù, 爬上来 pá shànglái).

Письмо: овладение графемами и иероглифами в соответствии с осваиваемым лексико-грамматическим материалом. Написание сообщений или письменных высказываний в соответствии с коммуникативной задачей.

6. Досуг в КНР и РФ. Различные типичные ситуации на работе и в жизни.

Обсуждение разных способов проведения досуга в Китае (пекинская опера, гимнастика тайцзи, цигун и т.д.) и России. Разговор о различных типичных ситуациях на работе. Актуализация полученных знаний, навыков и умений в речевой деятельности.

**Коммуникативные задачи:** воспринимать на слух и воспроизводить слова, словосочетания, фразы, соблюдая произносительную норму китайского языка. Понимать основное содержание различных аутентичных прагматических и публицистических аудио- и видеотекстов соответствующей тематики. Извлекать необходимую/запрашиваемую информацию из различных аудио- и видеотекстов соответствующей тематики. Читать слова, словосочетания, фразы и небольшие тексты как записанные пиньинь, так и записанные иероглифами, соблюдая произносительную норму китайского языка. Читать аутентичные тексты различных стилей с использованием различных стратегий/видов чтения в соответствии с коммуникативной задачей. Составлять фразы и небольшие тексты, соблюдая лексико-грамматические нормы китайского языка. Употреблять фразы вежливости. Участвовать в диалоге-расспросе, диалоге-побуждении к действию, вести диалог-обмен мнениями, вести комбинированный диалог, включающий элементы разных типов диалогов. Рассказывать, рассуждать в рамках изученной тематики и проблематики, в том числе приводя примеры, аргументы; описывать события, излагать факты, прочитанное, прослушанное, увиденное. Беседовать о различных ситуациях, происходящих на работе. Рассказывать о различных видах проведения досуга в РФ и КНР. Рассказывать о своем любимом виде времяпрепровождения. Принять участие в ролевой игре «Неудачный день».

**Произношение:** соблюдение основных требований к произношению звуков китайского языка и различение на слух всех звуков китайского языка. Соблюдение правил системы тонов китайского языка. Основные типы интонации китайских предложений, мелодика и ритм китайских предложений разных типов, фразовое ударение.

**Лексика:** устойчивые выражения, фразы вежливости. Названия комнат, бытовых устройств, вопросы аренды жилья. Виды досуга, разные происшествия - ограбление, поломка технических устройств и т.п.

**Грамматика:** основные коммуникативные типы предложений - повествовательные (утвердительные/отрицательные), вопросительные (общий и специальный вопрос), побудительные, восклицательные и схемы их построения. Дополнительный элемент возможности (инфиксы 得 -de- и 不 -bu-). Различие между дополнительным элементом возможности с инфиксом 得 -de- и дополнительным элементом оценки (обстоятельством результата), следующего за глаголом со частицей 得 -de-. Предложения с предлогом 把 bǎ. Особые случаи употребления предлога 把 bǎ. Употребление после сказуемого дополнения места, сказуемое со значением «называть (считать)», «считать», «рассматривать». Предложения с пассивным значением (без формально-грамматических показателей) - 茶碗打破了 Cháwǎn dǎpòle, 七楼到了 qī lóu dàoile). Пассивные предложения с предлогом 被 bèi.



Письмо: овладение графемами и иероглифами в соответствии с осваиваемым лексико-грамматическим материалом. Написание сообщений или письменных высказываний в соответствии с коммуникативной задачей.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Компьютерный практикум по термодинамике конденсированного состояния**

#### **Цель дисциплины:**

- знакомство с задачами физики конденсированного состояния, активно исследуемыми в настоящее время, изучение идей и методов, лежащих в основе теоретического описания соответствующих явлений, практика использования современных вычислительных средств для расчета термодинамических свойств материалов.

#### **Задачи дисциплины:**

- получение представлений о круге задач, решаемых в рамках физики конденсированного состояния;
- изучение основных методов расчета электронной структуры и свойств атомов;
- изучения метода функционала плотности и его приложений к задачам физики конденсированного состояния;
- моделирование кристаллических систем методом функционала плотности;
- моделирование жидкости методом квантовой молекулярной динамики;
- расчет различных термодинамических свойств на основе первопринципного моделирования.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- области существования неидеальной классической и вырожденной плазмы, области применимости предельных приближений;
- методы экспериментальных измерений ударных адиабат;
- основные положения приближения Хартри и Хартри-Фока, общий вид детерминанта Слэтера;
- формулировки теорем Хоэнберга-Кона и Леви-Либа;
- уравнение Кона-Шэма, смысл обменно-корреляционного функционала;

- ограничения псевдопотенциального приближения в рамках метода функционала плотности;
- способы учета вклада ионной подсистемы в расчетах свойств кристаллической и неупорядоченной фазы веществ, основы модели Дебая, квазигармонического приближения, метода молекулярной динамики.

**уметь:**

- запускать расчет многопоточковой задачи на суперкомпьютере;
- моделировать результат ударно-волнового воздействия на вещество по заданным начальным параметрам с использованием базы данных ударно-волновых экспериментов ОИВТ РАН;
- выполнять расчет холодной кривой заданного химического элемента на основе модели смеси идеальных газов электронов и ионов, модели Томаса-Ферми и с помощью кода VASP, реализующего метод функционала плотности;
- выполнять расчет точки на ударной адиабате с помощью кода, реализующего метод функционала плотности;
- выполнять оценку положения кривой плавления с использованием критерия Линдемана, используя результаты расчетов фоновых свойств кристалла или молекулярно-динамического моделирования.

**владеть:**

- навыком подготовки входных файлов для вычислительного комплекса VASP, реализующего метод функционала плотности;
- навыком обработки и визуализации выходных данных VASP, также любых табличных текстовых данных посредством модулей Python;
- навыком визуализации результатов молекулярно-динамического моделирования в программе VMD;
- навыком работы с базой данных ударно-волновых экспериментов.

**Темы и разделы курса:**

1. Что такое конденсированное состояние

Что такое конденсированное состояние. Параметры неидеальности и вырождения. Сложности теоретического учета неидеальности и вырождения. Общие сведения о моделировании термодинамических свойств конденсированного состояния. Обзор современных теоретических методов и вычислительных подходов для решения научных задач моделирования свойств конденсированного состояния. Возможности программных комплексов и вычислительных средств (суперкомпьютеров) по моделированию конденсированного вещества.

## 2. Гамильтониан системы ионов и электронов

Гамильтониан системы ионов и электронов. Гамильтониан однородного электронного газа. Одноэлектронное приближение. Принцип Паули. Энергия основного состояния свободного электронного газа. Понятие поверхности Ферми, энергии Ферми и химического потенциала. Плотность состояний свободного электронного газа. Компьютерная демонстрация перехода распределения Ферми-Дирака в классическое распределение Больцмана в случае разреженного ферми-газа или больших температурах.

## 3. Метод самосогласованного поля

Метод самосогласованного поля. Приближение Хартри. Вариационный принцип. Метод Хартри-Фока. Определитель Слэтера. Обменное взаимодействие. Компьютерный практикум по моделированию изотермы 300 К алюминия как смеси вырожденного ферми-газа электронов и идеального бoльцмановского газа ионов.

## 4. Модель Томаса-Ферми

Модель Томаса-Ферми. Квантовые и обменные поправки к модели Томаса-Ферми. Область применимости модели по отношению к различным поправкам. Компьютерный практикум по моделированию холодной кривой и изотермы 300 К по модели Томаса-Ферми.

## 5. Ударно-волновые эксперименты

Ударно-волновые эксперименты. Ударная адиабата. Метод торможения и отражения. База данных ударно-волновых экспериментов. Практика поиска научной информации по свойствам материалов. Моделирование ударно-волновых экспериментов.

## 6. Квантово-механическая модель атома

Квантово-механическая модель атома. Квантовые числа, волновые функции. Учет релятивистских эффектов. Компьютерный практикум по расчету волновых функций атомов с помощью программы `atomic`.

## 7. Теоретическое введение в метод функционала плотности

Теоретическое введение в метод функционала плотности. Теоремы Хоэнберга-Кона. Формулировки Леви-Либа. Уравнения Кона-Шэма. Обменно-корреляционный функционал. Демонстрация реализации самосогласованного цикла для решения задачи поиска распределения электронной плотности в расчетной ячейке.

## 8. Метод функционала плотности для кристаллов

Метод функционала плотности для кристаллов. Программы для расчетов методом функционала плотности VASP и Quantum Espresso. Типы кристаллических решеток и формы их представления. Практика подготовки входных файлов для VASP. Термодинамические свойства электронов. Компьютерный практикум по расчету холодной кривой и изохор алюминия методом функционала плотности. Расчет электронной теплоемкости.

## 9. Учет ионной подсистемы

Учет ионной подсистемы. Квазигармоническое приближение, модель Дебая. Расчеты термодинамических свойств в квазигармоническом приближении. Фононный спектр. Оценка кривых плавления из критерия Линдемана. Компьютерный практикум по

моделированию фононных свойств кристалла с использованием программного модуля PHONOPY для VASP.

#### 10. Учет движения ионов с помощью молекулярной динамики

Учет движения ионов с помощью молекулярной динамики. Метод квантовой молекулярной динамики. Успехи в первопринципном моделировании свойств неупорядоченных систем и уравнений состояния материалов. Использование метода квантовой молекулярной динамики для оценки критических точек металлов. Компьютерный практикум по расчету изотермы 300 К алюминия методом квантовой молекулярной динамики.

#### 11. Моделирование жидкого состояния и плазмы

Моделирование жидкого состояния и плазмы. Теоретические и практические аспекты. Объекты моделирования.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Логика и аргументация**

#### **Цель дисциплины:**

- научить студентов самостоятельно анализировать, логически грамотно рассуждать и делать доказательные выводы из имеющихся данных, научиться применять теоретические положения в практической деятельности.

#### **Задачи дисциплины:**

- сформировать у студентов способность рассуждать чётко, непротиворечиво, последовательно и аргументировано.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- предмет логики, операции с понятиями, правила суждений и умозаключений, законы логики, основы теории аргументации, включая применение (полемику как практику).

##### **уметь:**

- логически грамотно готовить документы, обнаруживать логические ошибки в документах, полемизировать с оппонентами, доказательно строить свои публичные выступления, разоблачать софистические уловки.

##### **владеть:**

- навыками решения логических задач (кейсов) и упражнений.

#### **Темы и разделы курса:**

##### **1. Предмет логики**

Мышление как предмет логики. Формально-логическое понимание процесса познания. Чувственное познание и абстрактное мышление. Основные компоненты содержания мышления как представления реальности.

Мышление и язык. Естественные и искусственные языки. Семантические категории, соответствующие основным компонентам мышления: дескриптивные (описательные) и логические термины (логические постоянные константы). Виды дескриптивных выражений: имена предметов, имена свойств и отношений (одноместные и многоместные предикаты). Понятие логической (пропозициональной) функции. Истолкование свойств, отношений и логических связей как пропозициональных функций.

Понятие о логической форме как структуре мышления. Основные формы мышления: понятие, суждение и умозаключение. Выражение структуры мыслей при помощи символов. Истинность мысли и формальная правильность рассуждения. Понятие о процессе формализации.

Понятие логического закона. Соблюдение законов логики – необходимое условие достижения истины в процессе рассуждения.

Формальная логика. Символическая логика. Диалектическая логика. Возникновение логики как науки. Основные этапы развития логики. Соотношение логики, философии, психологии, лингвистики, математики и кибернетики.

Теоретическое и практическое значение логики. Значение логики для науки и техники. Роль логики в повышении культуры мышления.

## 2. Понятие

Понятие как форма мышления (представления реальности). Языковые формы выражения понятий. Основные логические приёмы формирования понятий: анализ, синтез, сравнение, абстрагирование, обобщение. Роль понятий в познании.

Содержание понятия. Виды признаков предметов: свойства и отношения. Понятие логического предмета. Основные логические характеристики двухместных отношений: рефлексивность, симметричность, транзитивность. Существенные и несущественные признаки.

Объём понятия. Классы, подклассы, элементы класса. Отношение принадлежности элемента к классу и включение класса в класс.

Закон обратного отношения между объёмом и содержанием понятия.

Виды понятий. Общие и единичные понятия: понятия с нулевым и универсальным объёмом; относительные и безотносительные понятия; положительные и отрицательные понятия; собирательные и несобирательные понятия; абстрактные и конкретные понятия.

Отношения между понятиями. Совместимые и несовместимые понятия. Типы совместимости: тождество, перекрещивание, подчинение (родовидовое отношение). Типы несовместимости: соподчинение, противоположность, противоречие. Круговые схемы Эйлера для выражения отношений между понятиями.

Операции над классами (объёмами понятий): пересечение, объединение и дополнение. Основные законы логики классов: коммутативность, ассоциативность операций пересечения и объединения; законы дистрибутивности; законы поглощения. Законы операций дополнения.

Ограничение и обобщение понятий. Роль операции обобщения в формировании понятий. Операция ограничения и конкретизация научных знаний.

Деление понятий. Виды деления: по видоизменению признака, дихотомическое. Правила и ошибки в делении.

Классификация. Естественная и искусственная классификация. Значение деления и классификации в науке и практике.

Определение (дефиниция) понятий. Номинальные и реальные определения. Явные и неявные определения. Основной вид явных определений: определение через род и видовое отличие. Неявные определения: контекстуальные, индуктивные, через отношение, аксиоматические. Приёмы, граничащие с определением: описание, характеристика, разъяснение посредством примера (остенсивное определение) и так далее. Правила явного определения. Ошибки в определении. Значение определения в науке и практике. Научная терминология. Роль уточнения смысла слов в процессе рассуждения.

### 3. Суждение

Суждение как форма мышления. Общая характеристика суждения. Суждение и предложение. Повествовательные, побудительные и вопросительные предложения, их логический смысл. Простые и сложные суждения.

Простое суждение. Состав простого суждения: субъект, предикат, связка, кванторы. Виды простых суждений: атрибутивные суждения, суждения с отношениями (реляционные), экзистенциальные суждения. Единичные и множественные суждения; роль кванторов в образовании множественных суждений.

Категорические суждения и их виды (деление по количеству и качеству). Выделяющие и исключаящие суждения. Круговые схемы отношений между терминами. Объединённая классификация простых категорических суждений по количеству и качеству. Представление о «логическом квадрате».

Сложное суждение и его виды. Образование сложных суждений из простых с помощью логических связок: конъюнкции, дизъюнкции, импликации, эквиваленции и отрицания. Табличное определение основных логических связок. Строгая и нестрогая дизъюнкция. Условное суждение. Понятие необходимого и достаточного условий.

Деление суждений по модальности. Понятие о модальности суждений. Значение модальных суждений в науке и практике.

Логическая структура вопроса. Виды вопросов и ответов. Роль вопросов в познании.

### 4. Формально-логические законы

Понятие о формально-логическом законе. Логические законы мышления и культура.

Основные формально-логические законы. Закон тождества. Закон непротиворечия. Закон исключённого третьего. Закон достаточного основания. Софистика и нарушение законов логики. Методологическое значение законов логики в познании.



## 5. Умозаключение

Умозаключение как форма мышления. Общее понятие об умозаключении (выводе). Посылки и заключение. Понятие логического следования. Виды умозаключений: дедуктивные, индуктивные и по аналогии. Непосредственные и опосредованные умозаключения.

Непосредственные умозаключения и их виды: обращение, превращение, противопоставление предикату, выводы по «логическому квадрату».

Дедуктивные умозаключения. Общее понятие о дедуктивных умозаключениях. Категорический силлогизм: структура категорического силлогизма, фигуры и модусы категорического силлогизма, их правила. Сокращённый категорический силлогизм (энтимема). Сложные и сложносокращённые силлогизмы (полисиллогизмы, сориты, эпихейремы). Условные умозаключения. Разделительные умозаключения. Условно-разделительные (лемматические) умозаключения. Непрямые (косвенные) выводы.

Индуктивные умозаключения. Общее представление об индукции. Полная индукция. Виды неполной индукции: популярная и научная. Понятие вероятности. Индуктивные методы установления причинных связей: метод единственного сходства, метод единственного различия, соединённый метод сходства и различия, метод сопутствующих изменений, метод остатков.

Умозаключения по аналогии. Понятие аналогии. Виды аналогии: аналогия предметов, аналогия отношений. Условия состоятельности выводов по аналогии. Значение аналогии в науке и практике.

## 6. Основы аргументации

Общая характеристика аргументации и доказательства. Доказательство – логическая основа научного знания. Доказательство и убеждение. Связь доказательства с выводным знанием. Структура доказательства: тезис, аргументы, демонстрация.

Прямое и косвенное доказательство. Понятие прямого доказательства. Виды не прямых (косвенных) доказательств.

Опровержение. Прямой и косвенный способы опровержения. Опровержение тезиса, аргументов и демонстрации.

Правила доказательства и опровержения. Ошибки, наиболее часто встречающиеся в доказательствах и опровержениях.

Софизмы и паралогизмы. Понятие о логических парадоксах.

Роль аргументации в познании и в дискуссиях.

## 7. Полемика как практика, гипотеза

Полемика как практика.

Общая характеристика гипотезы. Методологические условия состоятельности научных гипотез. Виды гипотез. Общие и частные гипотезы. Понятие рабочей гипотезы (версии). Конкурирующие гипотезы в науке.

Построение гипотез. Роль анализа, синтеза, различных форм умозаключений и опытных данных при построении гипотез. Метод множественных гипотез.

Способы подтверждения гипотез. Основной метод подтверждения гипотез: выводение следствий и их верификация. Роль эксперимента в процессе верификации. Вероятностная оценка степени подтверждения гипотез.

Опровержение гипотез путём опровержения (фальсификации) следствий.

Гипотеза и достоверное знание. Прямой и косвенный способы превращения гипотезы в достоверное знание. Роль гипотезы в развитии знаний.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Макрокинетика**

#### **Цель дисциплины:**

- обучить студентов роли процессов массо- и теплопередачи в химической кинетике.

#### **Задачи дисциплины:**

- научить студентов основам учета массо- и теплопередачи в сложных химических процессах в химической технологии, атмосфере, получении новых материалов и т.д.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- как учитываются диффузия, конвекция, теплопередача в химической кинетике.

##### **уметь:**

- рассчитать работу химического реактора, поведение атмосферных процессов, процессов горения в различных масштабах и пр.

##### **владеть:**

- владеть методами и приемами учета массо- и теплопередач.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Введение

Введение. Общие положения макрокинетики.

2. Общие сведения из диффузии и теплопередачи

Основные уравнения. Теория подобия.

3. Диффузионная изотермическая кинетика

Кинетика растворения. Сложение сопротивлений. Диффузионная кинетика в порах, растворах.

Нестационарная диффузионная кинетика.

#### 4. Кинетика с турбулентным переносом

Взаимосвязь процессов турбулентного смешения жидких потоков и химического превращения.

#### 5. Неизотермические процессы, адиабатические и сверхадиабатические

Неизотермические процессы, адиабатические и сверхадиабатические. Горение, пламена (тепловые и цепные, диффузионные).

#### 6. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез

Способ проведения экзотермических реакций в твердых порошках.

#### 7. Открытые системы, реактора непрерывного действия

Применение открытых систем и реакторов непрерывного действия на примере полимеризации.

#### 8. Колебательные химические реакции

Колебания в химических реакциях для химической технологии, биологических процессов.

#### 9. Некоторые приложения для расчетов химических процессов

Расчеты химических реакторов. Атмосферные процессы.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Машинное обучение**

#### **Цель дисциплины:**

сформировать теоретические и практические знания в области обучения машин, современных методов восстановления зависимостей по эмпирическим данным, включая дискриминантный, кластерный и регрессионный анализ, частичное обучение.

#### **Задачи дисциплины:**

правильно формулировать задачу в терминах машинного обучения, овладеть навыками практического решения задач интеллектуального анализа данных.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

основные принципы и проблематику теории обучения машин, основные современные методы обучения по прецедентам — классификации, кластеризации и регрессии.

##### **уметь:**

формализовать постановки прикладных задач анализа данных, использовать современные методы обучения по прецедентам для решения практических задач, оценивать точность и эффективность полученных решений.

##### **владеть:**

основными понятиями теории машинного обучения.

#### **Темы и разделы курса:**

##### **1. Методы обработки естественного языка**

Представление текстов в векторной форме. Классические подходы и подходы, основанные на глубоком обучении. Word2vec, GloVe. Латентное (скрытое) представление последовательностей с помощью рекуррентных нейронных сетей.

Проблема затухающего и градиента (Vanishing gradient). Проблема всплеска амплитуды градиента (Exploding gradient). Сверточные сети в анализе текстов.

Машинный перевод. Исторический экскурс. Статистический машинный перевод. Оценка качества перевода. Нейронные сети в машинном переводе. Понятие кодировщика (encoder) и декодировщика (decoder). Лучевой поиск (beam search).

Механизм внимания (attention) в искусственных нейронных сетях. Механизм внимания в машинном переводе.

Архитектура Transformer (Attention Is All You Need). Механизм self-attention.

Предобученные представления (embeddings). Архитектуры и приемы, используемые в ELMo, GPT (1, 2, 3), BERT, RoBERTa.

## 2. Введение в обучение с подкреплением

Исторический экскурс. Основные понятия обучения с подкреплением. Стратегия. Агент. Среда. Метод перекрестной энтропии. Генетический алгоритм.

Уравнения Беллмана. Методы value iteration, policy iteration. Value-функция, q-функция.

Обучение без модели среды. Q-learning. Проблема автокорреляции. Double Q-learning. Experience replay. Обзор достижений последних лет.

Оценка градиента для в случаях, когда найти градиент аналитически не представляется возможным. Log-derivative trick. Градиент по политике (policy gradient). Алгоритм REINFORCE.

Получение более устойчивых оценок на градиент. Baselines. Метод Advantage Actor Critic (A2C).

Методы обучения с подкреплением в прикладных задачах. Self-critical Sequence Training (в задаче генерации текста).

## 3. Глубокое обучение в компьютерном зрении

Исторический экскурс. Методы, широко использовавшиеся до популяризации нейронных сетей. Предобученные модели. Дообучение моделей под конкретную задачу.

Задача распознавания и обнаружения объектов на изображении. Object detection. Обзор используемых подходов на примере архитектур: R-CNN, Fast R-CNN, Faster R-CNN, YOLO (1, 2, 3, 4).

Сегментация изображений. Обзор используемых подходов на примере архитектур U-Net, Mask R-CNN.

Перенос стилей между изображениями с помощью нейронных сетей.

Генеративные сети. Вариационный автокодировщик (VAE). Генеративные состязательные сети (GAN). Понятие генератора и дискриминатора. Многокритериальная оптимизация.

Обзор актуальных задач компьютерного зрения: биометрия, трекинг объектов в кадре, анализ поведения, оценка дорожной ситуации в автопилотах, повышение разрешения (super-resolution imaging) и пр.

#### 4. Введение в машинное обучение. Метрические алгоритмы, оценка качества моделей

Основные понятия в машинном обучении. Обзор приложений машинного обучения. Обучение с учителем и без учителя. Задачи: классификация, регрессия, кластеризация, снижение размерности.

Метрические алгоритмы. Метод ближайших соседей (kNN) в задаче классификации и регрессии. Кластеризация и алгоритм k средних (k means).

Байесовский подход. Понятие правдоподобия. Наивный байесовский классификатор.

Отложенная выборка. Кросс-валидация. Переобучение и недообучение. Гиперпараметры.

#### 5. Линейные модели

Линейная регрессия. Метод наименьших квадратов. Градиентный спуск и стохастический градиентный спуск. Переобучение моделей. Регуляризация Тихонова. Теорема Гаусса-Маркова. Функции потерь в задаче регрессии.

Линейная классификация. Понятие отступа. Функции потерь в задаче классификации. Логистическая регрессия. Метод наибольшего правдоподобия. Логистическая функция потерь. Функции Softmax, Sigmoid. Многоклассовая классификация. Регуляризация линейных классификаторов.

Методы оценки качества классификации. Accuracy, Precision, Recall, ROC-AUC, PR-curve, Confusion matrix.

Метод опорных векторов (SVM). Теорема Каруша-Куна-Такера. Двойственная задача. Понятие опорных векторов. Kernel trick (подмена ядра). Регуляризация в SVM.

Метод главных компонент (PCA). Теорема Эккарта-Янга. SVD-разложение. Зависимость объясненной дисперсии от числа компонент.

#### 6. Деревья и ансамбли моделей

Смещение и разброс. Bias-Variance decomposition. Неустойчивость моделей машинного обучения.

Решающее дерево. Рекурсивная процедура построения решающего дерева. Критерии информативности в задаче классификации: энтропийный, Джини; в задаче регрессии. Переобучение решающих деревьев. Прунинг. Регуляризация решающих деревьев. Алгоритмы построения: ID3, C4.5, C5, CART. Небинарные решающие деревья. Связь решающих деревьев и линейных моделей.

Бутстрап. Бэггинг. Out-of-bag error. Метод случайных подпространств (RSM). Случайный лес (Random Forest). Развитие идеи: Extremely Randomized Trees. Сравнение Random Forest и метрических алгоритмов (kNN). Isolation Forest.

Стекинг и блендинг моделей машинного обучения.

Бустинг. Историческая справка, алгоритм AdaBoost. Градиентный бустинг (GBM).

## 7. Работа с признаками. Ограничения машинного обучения

Проклятие размерности. No Free Lunch Theorem, Wolpert (Теорема о бесплатных обедах). Принцип “Garbage in – garbage out”.

Типы признаков: континуальные, бинарные, категориальные. Работа с разреженными признаками. Работа с пропусками.

Работа с текстовыми данными. Мешок слов (bag of words), TF-IDF.

Оценка значимости признаков. Permutation importance, Partial-dependence plots, shap. Recursive Feature Elimination. LARS.

## 8. Введение в глубокое обучение

Исторический экскурс. Искусственные нейронные сети. Математическая модель нейрона Маккалока-Питтса. Перцептрон Розенблатта. Проблема исключающего или (XOR problem).

Основные понятия в глубоком обучении (Deep Learning). Метод обратного распространения ошибки (backpropagation). Функции активации: Sigmoid, Tanh, ReLU, Leaky ReLU, ELU, Softmax. Полносвязный слой.

Градиентная оптимизация в глубоком обучении. Методы, основанные на градиентном спуске: Momentum, Nesterov Momentum, Adagrad, Adadelata, RMSprop, Adam, AdamW. Learning rate decay. Начальная инициализация параметров нейронной сети.

Регуляризация в нейронных сетях. Batch normalization. Instance and layer normalization. Dropout. Weight decay. Аугментация данных.

Рекуррентные нейронные сети. RNN. Проблема затухающего градиента (Vanishing gradient). Механизм памяти в LSTM и GRU. Рекуррентные нейронные сети в анализе текстов и последовательностей.

Сверточные нейронные сети. Операция свертки. Сверточный слой (convolutional layer). Нормализация данных. Pooling layer. Проброс градиента с помощью skip connections. Исторический обзор архитектур и их основных свойств: LeNet, AlexNet, VGGNet, GoogLeNet, ResNet.

Классические подходы к векторизации текстов. Векторное представление слов с помощью нейронных сетей. Word2Vec, GloVe.

Снижение размерности с помощью нейронных сетей. Автоэнкодеры в различных задачах (снижение размерности, фильтрация шумов, поиск аномалий).



## 9. Обучение без учителя

Кластеризация. Метрический подход, алгоритм k-means. Иерархическая кластеризация. Алгоритм DBSCAN.

Методы снижения размерности. Многомерное шкалирование. Isomap. Locally Linear Embedding. SNE, t-SNE.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Методы анализа данных NGS**

#### **Цель дисциплины:**

Дать студентам формирование базовых знаний об особенностях данных и статистического анализа результатов, получаемых с помощью платформ высокопроизводительного секвенирования. Практическое освоение студентами методов для анализа биологических данных и компьютерных методов, разработки методов для анализа данных и приобретение ими практического опыта

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний в области анализа данных NGS;
- обучение студентов принципам секвенирования, их сильные стороны и лимитирующие факторы, основным данным результатов секвенирования NGS и инструментами для анализа их качества и оценки успешности проведенного эксперимента;

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные физические принципы, лежащие в основе технологий высокопроизводительного секвенирования;
- основные алгоритмы и структуры данных, применяемые при сборке de novo геномов и транскриптомов, структурной аннотации геномных последовательностей, картировании чтений;
- статистические методы, применяющиеся при анализе данных, полученных с помощью высокопроизводительного секвенирования;
- вычислительные задачи, возникающие при обработке данных, полученных с использованием высокопроизводительного секвенирования;
- основные методы оценки статистической значимости;
- методы учета множественности сравнений;
- методы мета-анализа;
- статистические характеристики ассоциативных тестов;

- ROC-анализ;
- методы оценки наследуемости и генетических рисков;
- методы сокращения числа переменных при анализе больших массивов данных;
- методы классификации данных;
- основы байсовского анализа данных.

**уметь:**

- применять основные программные средства, предназначенные для обработки данных, полученных с использованием высокопроизводительного секвенирования;
- применять основные алгоритмические идеи для разработки новых методов и алгоритмов для обработки данных, полученных с использованием высокопроизводительного секвенирования;

**владеть:**

- навыками освоения и обработки большого объема информации;
- культурой постановки и моделирования вычислительных задач обработки биологических данных, полученных с использованием технологий высокопроизводительного секвенирования и медико-биологических экспериментов.

**Темы и разделы курса:**

1. Структура биологических данных и описательные статистики

Организация файлов и управление данными в программах EXCEL, SPSS и STATISTICA. Описательные статистики. Некоторые приемы быстрых статистических вычислений. Проверка статистических гипотез. Точные и опосредованные критерии. Ошибки I и II рода. Мощность теста. Множественные сравнения. Контроль ошибок I рода. Страты и парадокс Симпсона. Параметрические и непараметрические критерии сравнения. Дисперсионный анализ.

2. Анализ сопряженности признаков

Регрессионный анализ. Анализ остатков. Частные корреляции и конфаундеры. Сопряженность качественных признаков. Отношение шансов и относительный риск. Статистика биомаркеров. Оценки чувствительности и специфичности теста. ROC-анализ.

3. Многомерные методы статистического анализа

Множественный регрессионный анализ. Методы сокращения числа предикторов. Парадокс Фридмана. Оценки наследуемости и генетического риска. Проблема «missing heritability». Факторный анализ. Метод главных компонент. Методы классификации. Кластерный анализ. Дискриминантный анализ.

#### 4. Байесовская статистика

Ограниченность концепции p-value. Анализ воспроизводимости результатов экспериментов. Байесовский фактор. Приоры. Статистика в эпидемиологии. Анализ больших выборок. Байесовские оценки частот редких событий.

#### 5. Технологии высокопроизводительного секвенирования

Физические принципы и технологические решения, используемые в технологиях высокопроизводительного секвенирования. Характеристики основных платформ высокопроизводительного секвенирования.

#### 6. Основы работы с командной строкой Linux

Командная оболочка Bash. Устройство файловой системы в операционных системах семейства Linux. Команды cd, ls, pwd, cp, mv, rm, more, head, tail, grep. Редактор vi.

#### 7. Предобработка результатов секвенирования

Основные типы ошибок, свойственные технологиям высокопроизводительного секвенирования. Основные форматы данных. Оценка качества чтений. Тримминг.

#### 8. de novo сборка геномов и транскриптомов

Алгоритмы de novo сборки, основанные на графа де Брейна и графах перекрытий. Особенности геномных последовательностей, затрудняющих сборку. Оценка качества сборки. Практические аспекты больших геномных проектов. Особенности сборки транскриптомов de novo.

#### 9. Аннотация геномных последовательностей

Основные принципы построения алгоритмов аннотации. Оценка качества аннотации. Практические аспекты применения алгоритмов аннотации для эукариотических геномов.

#### 10. Ресеквенирование

Картирование чтений на референсный геном. Преобразование Барроуза-Уилера для картирования ридов при секвенировании ДНК. Оценка качества картирования. SNP calling. Особенности, возникающие при детекции соматических мутаций.

#### 11. RNA-seq

Особенности картирования чтений, полученных в результате RNA-seq эксперимента на референсный геном. Методы нормализации и анализ экспрессии генов.

#### 12. Метагеномика

Таргетное секвенирование 16S рРНК. Таксономический анализ и анализ биоразнообразия. Полнометагеномное секвенирование. De novo сборка и аннотация генов.

### 13. ChIP-seq

Взаимодействие ДНК и белка. Методы для изучения ДНК-белкового взаимодействия, применяющиеся до появления высокопроизводительного секвенирования. ChIP – seq протокол. Основные методы анализа ChIP-seq данных.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Методы диагностики и предотвращения деградации произведений изобразительного искусства**

#### **Цель дисциплины:**

Целью курса является ознакомление обучающихся с основными методами диагностики и предотвращения микробиологических и физико-химических процессов деградации произведений изобразительного искусства

#### **Задачи дисциплины:**

Формирование базовых знаний и представлений о микробиологическом сообществе, его роли в биопоражении произведений изобразительного искусства, а также, детекции биоповреждений (физико-химическими, микробиологическими, генно-инженерными методами) и способах защиты

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- теоретические основы методов исследования для определения повреждений произведений изобразительного искусства;
- физические и химические принципы работы оборудования и приборов для определения деградации произведений изобразительного искусства;
- основные материалы, используемые в создании произведений изобразительного искусства и их назначение
- специфику различных микробиологических сообществ, способных к биопоражению произведений изобразительного искусства и физико-химические методы их детекции;
- критерии для создания антисептиков нового поколения.

##### **уметь:**

- планировать стратегию установления повреждений произведений изобразительного искусства;
- обрабатывать экспериментальные данные, полученные с помощью физико-химических;

методов исследования вещества с использованием основных методологических принципов;

- использовать современные приборы и методики, проводить и организовывать эксперименты,

- готовить образцы для проведения различных исследований свойств и структуры материалов.

#### **владеть:**

- практическими навыками использования современных приборов и методик для исследования;

повреждений произведений изобразительного искусства;

- способами интерпретации данных, полученных различными физико-химическими методами;

исследования повреждений произведений изобразительного искусства;

- методологией использования современных физико-химических методов для изучения повреждений произведений изобразительного искусства;

- методологией сопоставления и критической интерпретации массива данных, полученных всей;

совокупностью использованных физико-химических, микробиологических и генно-инженерных методов исследования повреждений произведений изобразительного искусства.

#### **Темы и разделы курса:**

##### 1. Введение

Введение в методы диагностики и предотвращения микробиологических и физико-химических процессов деградации произведений изобразительного искусства

##### 2. Роль микроорганизмов в разрушении объектов культурного наследия

Абиотические и биотические факторы, приводящие к разрушению объектов культурного наследия (ОКН). Материалы, используемые при изготовлении ОКН, как возможный питательный субстрат для микроорганизмов. Характеристика материалов, используемых в темперной живописи (клеи, темперы, лаки, пластификаторы) и их чувствительность к микробиологическому воздействию. Сравнительная характеристика воздействия микроорганизмов на произведения масляной и темперной живописи. Классификация микроорганизмов-деструкторов произведений живописи. Основные типы повреждений, вызываемые микробиологическим сообществом.

##### 3. Состав микробиома биодеструкторов произведений изобразительного искусства

Понятие о микробиоме. Микробиологическое сообщество (микробиом) как открытая система, способная повреждать материалы, используемые в ОКН. Совместная работа микроорганизмов над биоповреждениями. Основные группы микроорганизмов, способных

разрушать произведения живописи. Микробиологическая сукцессия при повреждении ОКН как несколько стадий “болезни”. Основные характеристики энзимона как совокупности ферментативных активностей того или иного микробиома.

4. Методы диагностики микробиологического поражения произведений изобразительного искусства

Определения биологического поражения ОКН: микробиологические, молекулярно-генетические, спектральные. Культивирование на стандартных микробиологических средах. Создание макетов с материалами, используемыми в ПИИ. Культивирование на макетах как метод изучения энзимона микроорганизмов. Метагеномное секвенирование микробиомов и определение в их составе доминантных деструкторов.

5. Метагеномное секвенирование микробиоты объектов культурного наследия

Особенности и принципы отбора микробиологических проб с произведений изобразительного искусства. Высев аликвот образцов на стандартные микробиологические среды. Плюсы и минусы секвенирования «культур-независимых» образцов и культур микроорганизмов. Амплификация генетической информации. Гипервариабельные участки рДНК прокариот (V3/ V4) и эукариот (ITS1 и ITS2). Основные принципы, лежащие в основе секвенирования нового поколения (next-generation sequencing, NGS).

6. Физико-химические методы для оценки деградации произведений изобразительного искусства

Спектральная детекция микробиологического поражения ПИИ. Световая микроскопия, SEM. Рентгенофлуоресцентный анализ, ИК-Фурье спектроскопия, Рамановская спектроскопия. Диагностика следовых количеств микроорганизмов и их повреждений.

7. Методы предотвращения биопоражения произведений изобразительного искусства

Превентивные и экстренные методы предотвращения биопоражения ПИИ. Температурно-влажностный режим и другие условия хранения ПИИ. Физико-химические методы защиты произведений искусства. Традиционные антисептики, используемые для предотвращения роста и уничтожения микроорганизмов-деструкторов. Ограничения в применении антисептиков.

8. Разработка антисептиков нового поколения для защиты произведений изобразительного искусства

Три этапа адресного тестирования в процессе создания препаратов против конкретного поражающего микробиома. Этап первый – скрининг на стандартных микробиологических средах. Подходы к разработке антисептиков нового поколения для защиты ПИИ. Этап второй – изучение действия антисептиков в составе материалов, используемых в ПИИ, на макетах. Применение физико-химических методов для искусственного старения макетов и детекции взаимодействия антисептиков с материалами, используемыми в ПИИ. Контроль физико-химическими методами. Этап третий – изучение работы антисептиков на



контрольной группе ПИИ. Сравнительный анализ эффективности физико-химическими методами диагностики

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Методы измерений в физике экстремальных состояний**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение основных подходов к построению измерительных систем, транспортировке и регистрации электрических сигналов в экспериментах по генерации экстремальных состояний.

#### **Задачи дисциплины:**

- получение представлений об общих принципах и средствах генерации экстремальных состояний;
- изучение подходов к построению измерительных схем в экспериментальных исследованиях;
- изучение основ регистрации и передачи электрических сигналов;
- изучение основных методов диагностики постоянных и импульсных токов, высоких уровней электрических напряжений, магнитных полей и проводимости плазмы;
- получение представлений о методах борьбы с шумами в измерениях.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- принципы и средства генерации экстремальных состояний;
- принципы построения измерительных систем;
- принципы и подходы к транспортировке и регистрации электрических сигналов.

##### **уметь:**

- методами диагностики постоянных и импульсных токов, высоких уровней электрических напряжений, магнитных полей и проводимости плазмы.

##### **владеть:**

- методами вычисления ошибок измерений и обработки экспериментальных данных;
- методами борьбы с шумами в измерениях.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Общие принципы получения физических данных в экспериментах.

Общие принципы получения физических данных в экспериментах. Схема получения экспериментальных результатов. Сенсоры, транспортировка и регистрация электрических сигналов, преобразование сигналов, селекция сигналов, обработка экспериментальных результатов и их анализ.

#### 2. Принципы и средства динамической генерации экстремальных состояний.

Принципы и средства динамической генерации экстремальных состояний. Характерные величины измеряемых параметров (давлений, температур, токов, напряжений, электрических и магнитных полей). Ударная труба, ударные эксперименты, легкогазовая пушка, электрическая пушка, рельсотрон, лазеры, заряженные пучки.

#### 3. Основы регистрации и передачи электрических сигналов.

Основы регистрации и передачи электрических сигналов. Электрические цепи переменного тока, делитель напряжения, импеданс. Интегрирующие и дифференцирующие цепочки, длинные линии, коэффициент стоячей волны.

#### 4. Измерение тока на элементе цепи. Электрический шунт, импеданс шунта.

Измерение тока на элементе цепи. Электрический шунт, импеданс шунта. Геометрия шунтов: плоский, коаксиальный, высокочастотный, сильноточный. Подключение шунтов. Разнесенные земли. Калибровка шунта.

#### 5. Измерения импульсных токов.

Измерения импульсных токов. Пояс Роговского. Геометрия пояса Роговского. Регистрация сигнала с шунта. Дифференцирующий и интегрирующий пояс Роговского. Калибровка пояса Роговского.

#### 6. Измерения магнитных полей.

Измерения магнитных полей. Магнитный зонд. Частотная характеристика и чувствительность зонда. Тест на емкостную связь. Способы подавления электростатических наводок на зонд. Калибровка зондов. Возмущения, вносимые зондом. Диагностика токовых структур, измерения напряженности вихревого электрического поля.

#### 7. Средства регистрации напряжений.

Средства регистрации напряжений. Омические и емкостные делители. Компенсированный делитель. Подбор параметров делителей, реализация, меры предосторожности, калибровка.

#### 8. Трансформатор, как измеритель напряжения и гальваническая развязка.

Трансформатор, как измеритель напряжения и гальваническая развязка. Коэффициент взаимной индукции. Переходные процессы. Время установления напряжения. Передача низкочастотных сигналов. Эквивалентная схема.

## 9. Диффузия магнитного поля в плазме.

Диффузия магнитного поля в плазме. Магнитное число Рейнольдса. Толщина диффузионного слоя. Индукционные методы измерения проводимости плазмы. Трансформаторный метод измерения, метод Лина, накладной датчик. Измерение проводимости плазмы по измерению импеданса зондирующего контура.

## 10. Проблемы шумов в измерениях в мощных импульсных системах.

Проблемы шумов в измерениях в мощных импульсных системах. Источники наводок, влияние контура заземления. Гальваническая, емкостная и индуктивная связи силовой и контрольной цепей. Техника безопасности при электрических измерениях.

## 11. Основы метрологии.

Основы метрологии. Виды и методы измерений. Источники погрешностей. Вычисление ошибок. Плотность вероятности, распределение Стьюдента, распределение Гаусса, доверительная вероятность. Представление результатов измерений.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Методы параллельных вычислений**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение основ параллельного программирования с использованием технологий OpenMP, MPI, CUDA, а также алгоритмов, допускающих эффективную реализацию на многопроцессорных системах и применимых для решения вычислительных задач физической механики.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний в области параллельных вычислений на системах с общей и распределенной памятью;
- приобретение теоретических знаний параллельного программирования, изучения основных функций и методов наиболее распространенных в настоящее время технологий распараллеливания OpenMP, MPI, CUDA;
- изучение алгоритмов, допускающих эффективную реализацию на многопроцессорных системах с общей и распределенной памятью и применимых для решения вычислительных задач физической механики;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области компьютерной физики с использованием многопроцессорных систем.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия, связанные с различными параллельными системами и соответствующими методами;
- современные проблемы многопроцессорных вычислительных систем и алгоритмов;
- основные (базовые) методы и алгоритмы, применяемые на современных многопроцессорных вычислительных системах;
- математический аппарат теории вычислительных методов, пригодных для реализации на многопроцессорных системах.

**уметь:**

- пользоваться численными методами для решения фундаментальных и прикладных задач в области физики с использованием многопроцессорных систем с общей и распределенной памятью;
- оценивать эффективность различных алгоритмов, применимых на современных многопроцессорных вычислительных системах;
- ставить задачи для тестирования алгоритмов, реализуемых на многопроцессорных системах.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- культурой постановки и численного моделирования физических задач с использованием современных многопроцессорных систем;
- практикой компьютерного исследования и решения теоретических и прикладных задач с использованием современных многопроцессорных систем.

**Темы и разделы курса:**

## 1. Современные высокопроизводительные вычислительные системы

Классификация современных высокопроизводительных вычислительных систем. Основные понятия и определения, параметры. Основные компьютерные средства для реализации параллельных вычислительных программ: Open MP, MPI, CUDA.

## 2. Методы распараллеливания на системах с общей памятью. Основные конструкции Open MP

Обзор OpenMP. Основные свойства языка OpenMP: переменные окружения, директивы компилятора, библиотечные процедуры. Способы применения конструкций OpenMP для типичных ситуаций, возникающих в процессе разработки параллельной вычислительной программы. Способы использования OpenMP для создания эффективных алгоритмов на вычислительных системах с общей памятью. Типичные ошибки и способы их устранения при реализации параллельных алгоритмов на системах с общей памятью с использованием технологии OpenMP. Постановка практической задачи для самостоятельной реализации первой программы с использованием OpenMP по перемножению матрицы на вектор.

## 3. Методы распараллеливания на системах с распределенной памятью. Основные конструкции MPI

Основные понятия. Общие процедуры MPI. Передача/прием сообщений между отдельными процессами. Коллективные взаимодействия процессов. Группы и коммутаторы. Виртуальные топологии. Пересылка разнотипных данных. Задания для самостоятельной работы по теме лекций.

## 4. Методы распараллеливания на системах с вычислительными графическими платами. Основные конструкции CUDA

Введение. Графические процессоры с параллельной архитектурой. Устройство графических процессоров. Модель программирования. Структура памяти. Технология CUDA. Измерение производительности и метрики производительности. Оптимизация. Программирование компьютера с несколькими GPU.

#### 5. Реализация численных методов на многопроцессорных системах

Требования к параллельным алгоритмам и их реализации. Схема решения задачи. Хранение данных. Способы разбиения. Характеристики производительности: теоретический анализ и расчетные оценки. Балансировка нагрузки процессоров. Синхронизация шага по времени.

#### 6. Распараллеливание отдельных частей вычислительного алгоритма

Вычисление частных сумм. Умножение матрицы на вектор. Умножение матрица на матрицу. Умножение ленточных матриц. Возведение в степень блочно-диагональных матриц. Метод LU-разложения. Метод QR-разложения. Метод Якоби

#### 7. Параллельные итерационные методы

Решения дифференциальные уравнений в частных производных. Общая структура. Метод Якоби. Метод Гаусса-Зейделя. Метод последовательной верхней релаксации. Сравнения различных подходов. Решение уравнения Пуассона. Течение в каверне.

#### 8. Реализация векторизованных алгоритмов решения краевых задач

Адресация к значениям сеточной функции. Вычисление производных. Формулировка краевой задачи. Граничные условия. Векторы вычислительных переменных. Формулы перехода. Разностная схема в вычислительных переменных. Метод прогонки.

#### 9. Вычисления на графических процессорах

Примеры вычислительных методов, реализованных с использованием технологии распараллеливания CUDA: метод Монте-Карло, метод конечных разностей, приложения быстрого преобразования Фурье.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Методы получения и хранения водорода**

#### **Цель дисциплины:**

- формирование у обучающихся специализированных представлений о принципах работы в области водородной энергетики и водородного материаловедения. Курс включает в себя понятия концепции составных частей водородной энергетики, подходы к аккумулированию энергии из возобновляемых источников с использованием водорода как энергоносителя, разделы водородного материаловедения, разработку материалов для водородных энерготехнологий и технику безопасности при работе с водородом.

#### **Задачи дисциплины:**

- углубление базовых и формирование специализированных знаний и представлений о принципах работы, основных процессах и их механизмах и теоретическом описании, лежащих в основе современной водородной энергетики, о материалах используемых для их изготовления.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- законы, лежащие в основе работы водородных топливных элементов;
- подходы к разработке водород-аккумулирующих и водород-генерирующих материалов;
- теоретические основы современных физико-химических методов аттестации и исследования материалов для водородной энергетики;
- достоинства и недостатки различных способов хранения водорода, химических источников водорода;
- основные поисковые системы, базы данных и ведущие периодические издания по водородной энергетике.

##### **уметь:**

- различать основные виды водород-аккумулирующих и водород-генерирующих материалов;



- объяснять принципы работы различных водородных топливных элементов, выбирать методы их характеристики, - анализировать результаты испытаний;
- рационально сочетать различные методы аттестации и исследования материалов для водородной энергетики;
- оценивать целесообразность применения водород-аккумулирующих и водород-генерирующих материалов исходя из строения, химических и технических характеристик;
- анализировать научную литературу с целью выбора информации о работе, перспективах и характеристиках различных водородных топливных элементов, оценивать перспективы введения в эксплуатацию новых видов водородных топливных элементов, встраивать известные источники энергии в энергетические технологические схемы.

#### **владеть:**

- основными теориями и концепциями, описывающими принципы работы водородных топливных элементов;
- основными методами характеристики водородных топливных элементов;
- навыками моделирования процессов, происходящих в водородных топливных элементах;
- навыками к интерпретации и обсуждения результатов проведенного исследования, основываясь на современной литературе по водородным топливным элементам и материалам для них.

#### **Темы и разделы курса:**

##### 1. Водородная энергетика: история, концепции, составные части

Концепция водородной энергетики, история возникновения, составные части, проблемы реализации. Водородные энерготехнологии, водородные топливные элементы. Национальные и международные программы.

##### 2. Водород: свойства, получение, очистка, транспортировка

Распространенность водорода на Земле и в космосе. Строение атома и молекулы, изотопы, физические и химические свойства. Способы и масштабы получения водорода, методы выделения и очистки, способы хранения и транспортировки, области применения. Применение водорода как энергоносителя. Водородно-воздушный топливный элемент.

##### 3. Хранение водорода в газообразном, жидком и адсорбированном виде

Основные понятия адсорбции. Методы определения удельной поверхности и количества адсорбированного газа. Сорбенты (цеолиты, клатраты, металл-органические каркасные структуры, углеродные наноматериалы) и их характеристики.

##### 4. Хранение водорода в химически связанном состоянии

Характеристики водородсодержащих соединений. Классификация по химической связи и структуре. Вещества, выделяющие водород при термическом разложении. Вещества, генерирующие водород при взаимодействии с водными растворами. Методы определения

количества и чистоты выделяющегося водорода. Преимущества и недостатки химических источников водорода.

#### 5. Хранение водорода в виде металлгидридов

Классификация гидридов. Обратимое и необратимое гидрирование. Структура гидридов. Кинетика и термодинамика процесса гидрирования. Химический анализ и волноометрическое измерение содержания водорода в гидридах. Металлогидридные устройства (аккумуляторы водорода, компрессоры водорода, тепловые насосы, датчики давления и температуры, теплообменники). Преимущества и недостатки металлгидридного способа.

#### 6. Водородное материаловедение и техника безопасности работы с водородом

Безопасность работы с водородом. Взаимодействие водорода с конструкционными материалами и водородное охрупчивание. Водородная обработка материалов и гидридное диспергирование. Металлогидридные аккумуляторы водорода многократного действия. Генераторы водорода термолизного и гидролизного типа. Водородные энерготехнологии.

#### 7. Никель-металлогидридные перезаряжаемые источники тока

Принцип работы никель-металлогидридных перезаряжаемых источников тока. Устройство, технико-эксплуатационные характеристики. Преимущества и недостатки по сравнению с другими типами электрохимических батарей. Подходы к созданию Ni-MH батарей нового поколения.

#### 8. Углеродные наноматериалы для водородной энергетики

Модификации углерода (графит, алмаз, фуллерен, нанотрубки, нановолокна, графен): синтез, свойства, применение. Графеноподобные наноструктуры. Металл-углеродные и металлгидрид-углеродные композиты. Примеры практического использования.

#### 9. Современные физико-химические методы аттестации и исследования

Химический и фазовый анализы. Построение диаграмм состояния (изотермы, изобары, изохоры). Определение состава и структуры гидридов. Исследование состояния поверхности. Знакомство с основными приборами физико-химического анализа.

#### 10. Водородная энергетика: проблемы и перспективы коммерциализации

Анализ современного состояния. Достижения и разработки в области водородных энерготехнологий. Водородные автомобили и заправочные станции. Проблемы коммерциализации. Существующие проекты и программы. Прогноз развития в России и мире.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Методы расчета электронной структуры материалов**

#### **Цель дисциплины:**

- по результатам курса обучающиеся должны понимать физические принципы, заложенные в различные модели для описания многоэлектронных систем, быть в состоянии программировать некоторые такие модели и правильно интерпретировать результаты электронно-структурных расчётов.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление обучающихся с различными методами расчета электронной структуры атомов, молекул и твёрдых тел. Выработка понимания преимуществ, недостатков и области применимости каждого метода, выработка навыка планирования архитектуры расчётной программы и написания таких программ.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

– теоретические основания различных методов расчёта электронной структуры: метода Хартри, Хартри-Фока, теории функционала плотности (DFT).

##### **уметь:**

- реализовывать упомянутые выше методы расчета с использованием языка программирования Python;
- находить теоретически или путем тестов оптимальные параметры расчётов;
- правильно интерпретировать результаты расчетов.

##### **владеть:**

- практическими навыками использования упомянутых выше методов;
- теоретическим аппаратом, позволяющим оценить границы применимости различных методов и выбрать корректный метод для решения конкретной задачи.

## Темы и разделы курса:

### 1. Приближение Борна-Оппенгеймера, поверхность потенциальной энергии

Введение. Моделирование системы из ядер и электронов. Различные системы координат для представления атомистической системы. Приближение Борна-Оппенгеймера. Поверхность потенциальной энергии. Границы применимости ПБО, примеры неадиабатических эффектов.

### 2. Одномерное уравнение Шрёдингера

Гармонический осциллятор. Система атомных единиц. Точное решение уравнения Шрёдингера. Квантовая механика и численные решения: некоторые наблюдения. Сеточное представление задачи, патологическое асимптотическое поведение решения. Метод Нумерова. Уравнение Шрёдингера для сферически симметричного потенциала. Сферические координаты, особенности перехода из декартовой в сферическую систему координат. Лапласиан в сферических координатах. Потенциал Кулона, сингулярность в начале координат. Методы устранения сингулярности. Границы применимости одномерного представления для расчёта электронной структуры.

### 3. Вариационный метод

Вариационный принцип. Демонстрация вариационного принципа. Преимущества вариационного метода. Энергия основного состояния. Базисные функции. Базисы гауссовых и слэтеровских орбиталей, базис плоских волн, их преимущества и недостатки. Особенности неортогональных наборов базисных функций.

Написание программы для расчёта эл. структуры вариационным методом.

### 4. Приближение самосогласованного поля. Метод Хартри / Хартри-Фока

Многоэлектронная задача. Экспоненциальный рост сложности с ростом числа электронов. Метод среднего поля. Метод Хартри. Уравнения Хартри. Собственные значения и энергия Хартри. Самосогласованное поле. Численная реализация метода Хартри для радиальной задачи. Некорректность метода Хартри. Фермионные свойства электронов. Детерминант Слэтера. Метод Хартри-Фока. Кулоновский и обменный потенциал. Корреляционная энергия. Атом гелия. Матричные элементы гамильтониана. Численная реализация метода Хартри-Фока для атома гелия в гауссовом базисе.

### 5. Теория функционала плотности

Теорема Хоэнберга-Кона. Уравнения Кона-Шэма, их отличие от уравнений Хартри. Приближённые обменно-корреляционные функционалы. Приближение локальной плотности (LDA), приближение обобщённых градиентов (GGA), потенциал Пердью-Бёрка-Эрнцера (PBE). Гибридные функционалы.

### 6. Твердое тело

Идеальный кристалл: основные свойства и определения. Периодические граничные условия. Решётка Бравэ, базис векторов трансляции. Точечные и пространственные группы симметрии.

Обратное пространство, сопряженный базис. Преобразование Фурье. Теорема Блоха, блоховские функции. Решение задачи для свободного электрона в периодических граничных условиях. Решение электронной задачи в потенциале кристалла. Базис плоских волн. Быстрое преобразование Фурье.

#### 7. Псевдопотенциалы

Кулоновский потенциал и базис плоских волн. Глубокие электронные уровни и валентная оболочка. Псевдопотенциалы.

#### 8. Электронные свойства твёрдых тел

Дисперсия электронных уровней. Электронные зоны, свойства металлов, полупроводников и диэлектриков. Примесные уровни, допирование, полупроводники p- и n-типа. Плотность электронных состояний, её роль в контексте сканирующей туннельной микроскопии. Оптические свойства.

#### 9. Гармоническое приближение

Гармоническое приближение поверхности потенциальной энергии. Колебания в молекулах. Колебания решетки в твёрдом теле, фононы. Связь фононов с теплопроводностью и электропроводностью. Выход за пределы гармонического приближения: приближение 3-го порядка. Молекулярная динамика как средство расчёта колебательных свойств.

#### 10. Интеграция электронно-структурных расчётов с другими инструментами

Современные программные пакеты для электронно-структурных расчётов. Пакеты VASP, Quantum Espresso. Современные пакеты для расчёта молекулярной динамики: LAMMPS, i-PI. Интерфейсы сопряжения пакетов для решения атомной и электронной задач. Пакет ASE.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Методы теории многочастичных систем в современной квантовой химии**

#### **Цель дисциплины:**

- по результатам курса обучающиеся должны уметь самостоятельно проводить неэмпирическое моделирование структуры молекул в электронных состояниях, волновые функции которых являются существенно многоконфигурационными. Обучающиеся должны уметь получать рабочие уравнения основных современных методов квантовой химии, оценивать вычислительную сложность реализующих их алгоритмов, понимать возможности и границы применимости обсуждаемых в курсе моделей электронной структуры, а также правильно интерпретировать результаты расчетов с их применением.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление обучающихся с различными методами расчета электронных волновых функций молекул в основном и возбужденных электронных состояниях, базирующимися на представлении в виде разложения по базису детерминантов Слейтера. Выработка понимания преимуществ, недостатков и области применимости каждого метода. Выработка навыков работы с формализмами эффективных операторов, вторичного квантования и диаграммной техникой для вывода рабочих уравнений методов теории многоэлектронных систем.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- теоретические основания различных методов расчета электронных волновых функций молекул в основном и возбужденных электронных состояниях, базирующихся на представлении в виде разложения по базису детерминантов Слейтера, как в вариантах для одномерного модельного пространства (многочастичная теория возмущений MP2, методы конфигурационного взаимодействия, метод связанных кластеров), так и вариантах для многомерного модельного пространства (многоконфигурационный метод самосогласованного поля, многочастичная теория возмущений, многоссылочный метод конфигурационного взаимодействия MR-CI);

- основы формализма вторичного квантования и диаграммной техники;

- основы формализма квантовомеханических эффективных операторов;

- приёмы, позволяющие получить рабочие уравнения для многочастичных методов практически любой сложности.

**уметь:**

- получать рабочие уравнения всех вышеупомянутых методов расчета электронной структуры;
- находить теоретически или путем тестов оптимальные параметры моделирования, определять размерности оптимальных для конкретной задачи активных пространств в случае использования методов, ориентированных на многомерные модельные пространства;
- правильно интерпретировать результаты расчетов и находить искомые свойства моделируемой молекулярной.

**владеть:**

- практическими навыками использования формализма вторичного квантования и диаграммной техники для получения рабочих уравнений всех упомянутых выше методов;
- практическими навыками расчета электронных состояний молекул (в т.ч. возбужденных) в широком диапазоне параметров ядерной геометрии;
- теоретическим аппаратом, позволяющим при необходимости вносить коррективы в изученные методы под конкретную задачу.

**Темы и разделы курса:**

1. Основные методы учёта динамической корреляции электронов для одномерного модельного пространства

Гамильтониан многоэлектронной системы. Электронное уравнение Шредингера. Базовые подходы к решению электронного уравнения Шредингера: вариационный принцип и теория возмущений. Детерминанты Слейтера. Правила Слейтера для вычисления матричных элементов. Метод Хартри-Фока, его достоинства и недостатки. Электронная корреляция.

Многочастичная теория возмущений Меллера-Плессе для одномерного модельного пространства. Выбор невозмущенного гамильтониана и формула для поправки к энергии второго порядка (MP2). Преобразование молекулярных интегралов от базиса атомных орбиталей к базису молекулярных спин-орбиталей. Спин-ограниченная версия метода MP2. Область применимости метода MP2, достоинства и недостатки. Поправки к энергии более высоких порядков.

Метод конфигурационного взаимодействия для одномерного модельного пространства. Модели DCI и CISD. Размерная согласованность. Модельная задача про энергию корреляции и диссоциацию пары молекул водорода в модели DCI. Поправка Дэвидсона.

Применение программы Orca для расчета потенциальных кривых небольших молекул методами MP2 и CISD. Демонстрация области применимости этих методов.

## 2. Многомерные модельные пространства и многоконфигурационные вариационные методы

Многоконфигурационный метод самосогласованного поля (MCSCF). Активное пространство орбиталей. Версия метода для полного активного пространства (CASSCF). Рабочие уравнения метода, подходы к оптимизации орбиталей и коэффициентов разложения многоэлектронной волновой функции по детерминантам. Область применимости метода CASSCF, его достоинства и недостатки. Понятие о методе RASSCF.

Многомерные модельные пространства. Метод конфигурационного взаимодействия для многомерных модельных пространств (MR-CI). Расчёт возбуждённых состояний молекул и их свойств методом MR-CI. Проблемы метода MR-CI.

Практическое занятие. Расчет потенциальных кривых низколежащих электронных состояний двухатомной молекулы методами CASSCF и MR-CI в программе Orca. Симметрия электронных состояний атома и двухатомной молекулы.

## 3. Формализм вторичного квантования и диаграммная техника

Формализм вторичного квантования. Операторы рождения и уничтожения, их коммутационные соотношения. Нормальное упорядочение и свёртка операторов вторичного квантования. Теорема Вика. Квантовомеханические операторы в представлении вторичного квантования.

Физический вакуум. Перенормировка. Операторы рождения и уничтожения квазичастиц. Диаграммная техника для представления вторично-квантованных операторов. Диаграммное представление гамильтониана.

Теорема Вика и нормально-упорядоченное произведение квантовомеханических операторов в представлении вторичного квантования. Использование диаграммной техники для вычисления сверток операторов. Диаграммы Гугенгольца-Брандова.

Вывод выражений для матричных элементов многоэлектронного гамильтониана с помощью вторичного квантования и диаграммной техники.

## 4. Формализм эффективных операторов



Формализм квантовомеханических эффективных операторов. Модельное пространство, проектор на модельное пространство. Волновые операторы. Эффективный гамильтониан. Эффективные гамильтонианы Блоха и де Клуазо. Уравнение Блоха. Эффективные операторы свойств.

Формальная теория возмущений для эффективных операторов. Уравнение Линдгрена. Частный случай одномерного модельного пространства. Диаграммное представление рядов теории возмущений. Размерная согласованность энергий в теории возмущений.

## 5. Метод связанных кластеров

Экспоненциальная форма волнового оператора. Теорема Фридрикса о связанных диаграммах. Метод связанных кластеров для одномерного модельного пространства.

Вывод рабочих уравнений метода связанных кластеров и формулы для энергии в модели CCD. Вычислительная сложность метода связанных кластеров. Формула для энергии корреляции в модели CCSD, общая структура рабочих уравнений метода CCSD. Пертурбативная оценка вкладов амплитуд трехкратных возбуждений в рамках модели CCSD(T). Достоинства и недостатки метода связанных кластеров.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Механика многофазных сред**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение теоретических основ механики многофазных сред, основанных на теории взаимопроникающих взаимодействующих континуумов.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний в области механики многофазных сред;
- приобретение теоретических знаний в области механики многофазных систем;
- изучение подходов к описанию сложных систем при наличии границ раздела фаз и фазовых переходов;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области механики многофазных сред;
- освоение студентами базовых знаний для дальнейшего изучения методов и подходов механики многофазных сред.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные законы и основные принципы описания гетерогенных систем;
- основные подходы и расчетные методики описания процессов в гетерогенных системах;
- базовые принципы математического моделирования многофазных систем;
- математический аппарат теории многофазных систем.

##### **уметь:**

- формулировать цель и постановку проблемы, связанной с расчетом многофазных и гетерогенных систем;
- производить численные оценки по порядку величины;

- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемой физической проблеме;
- применять аналитические и численные методы расчета тепломассообмена в многофазных системах.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- культурой постановки и математического моделирования физических задач;
- навыками грамотной обработки результатов решения теоретических задач в области механики многофазных сред;
- практикой компьютерного исследования и решения теоретических и прикладных задач.

**Темы и разделы курса:**

1. Многофазные системы

Фазовое состояние вещества. Многофазные смеси. Фазовый и компонентный состав. Классификация дисперсных смесей. Суспензии, эмульсии, газовзвеси, пузырьковые среды.

2. Особенности гетерогенных сред

Отличительные особенности гетерогенных сред. Примеры течений с простой и сложной формой межфазной поверхности. Необходимость осредненного описания.

3. Гидродинамика гетерогенных сред

Связь с классической гидродинамикой. Подходы к описанию дисперсных систем. Феноменологическая теория многоскоростных взаимопроникающих континуумов.

4. Характеристики многоскоростных континуумов

Основные характеристики континуумов. Объемная доля фаз, средняя и истинная плотность фаз. Средняя плотность, импульс и энергия гетерогенной смеси, их связь с характеристиками отдельных фаз.

5. Законы сохранения в механике многофазных сред

Общая структура уравнений сохранения для отдельных фаз и смеси в целом. Уравнения неразрывности, импульса и энергии для отдельных фаз и смеси в целом.

6. Проблема замыкания уравнений многоскоростных континуумов

Отличия гетерогенной среды от классической однофазной. Необходимость моделирования замыкающих соотношений для межфазного обмена импульсом, массой и энергией.

7. Течение около изолированных частиц

Обтекание сферической частицы. Обтекание пузырька. Критерии подобия, число Рейнольдса,. Сила сопротивления, коэффициент сопротивления. Режимы обтекания,

ламинарное и турбулентное обтекание, структура течения и законы сопротивления. Ньютоновский режим обтекания.

#### 8. Тепломассообмен изолированных частиц

Тепломассообмен твердой частицы в неподвижной среде. Критерии подобия, числа Пекле и Шмидта. Тепломассообмен частицы в потоке. Формула Ранца-Маршалла для движущейся частицы.

#### 9. Массообмен капли при фазовых переходах

Испарение капли в неподвижной среде. Скорость испарения, температура и концентрация пара на поверхности капли. Условия стационарного существования капли в атмосфере. Закон квазистационарного изменения массы и размера испаряющейся капли со временем. Время полного испарения капли.

#### 10. Горение капли топлива

Горение сферической капли топлива в атмосфере окислителя. Структура диффузионного пламени. Скорость выгорания капли, сравнение со скоростью испарения. Время полного выгорания капли. Интенсификация горения капли в потоке.

#### 11. Газожидкостные и газодисперсные системы

Общая характеристика газожидкостных и газодисперсных систем. Предельные случаи малого содержания дисперсной фазы. Объемная доля дисперсной фазы как центральная характеристика смеси, ее связь с концентрацией частиц, средним расстоянием между частицами, удельной площадью межфазной границы. Предельная объемная доля дисперсной фазы при максимально плотной упаковке.

#### 12. Режимы течения в гетерогенных системах

Карта режимов. Дисперсный (пузырьковый, капельный) режим, вспененно-турбулентный режим. Различия в карте режимов для течений в трубе и неограниченном объеме. Снарядный режим, кольцевой режим.

#### 13. Дробление капель в потоке

Число Вебера. Критические условия для устойчивости капли. Механизмы дробления в зависимости от числа Вебера.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Моделирование в термоядерных исследованиях**

#### **Цель дисциплины:**

- освоение студентами фундаментальных знаний в области физики плазмы, изучение основных подходов к их описанию.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых представлений о методах моделирования плазменных процессов на основе различных подходов и приближений;
- формирование базовых знаний в области физики магнитного удержания, равновесия, устойчивости и переносов высокотемпературной плазмы, основах гидродинамики и динамике электромагнитного поля;
- формирование практических подходов к решению общефизических задач на основе модели магнитной гидродинамики и статистической физики;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области физики и химии плазмы в рамках выпускных работ на степень магистра.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные общефизические принципы, на основе которых строится описание динамики рассматриваемых сред;
- основные теоретические подходы и концепции в моделировании течений и динамики электромагнитного поля в системах, допускающих описание сплошной среды;
- основные теоретические и экспериментальные результаты приложений рассматриваемых теорий к конкретным системам: газам, жидкостям, плазме;
- пределы применимости рассматриваемых теорий и их конкретных приложений, и характерные численные значения рассматриваемых физических величин;
- современные физические и математические проблемы в рассматриваемой области знаний.

**уметь:**

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- применять математический аппарат рассматриваемой теории для вывода практических важных следствий из неё;
- применять базовые общефизические принципы для решения задач, возникающих при описании рассматриваемых сред;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
- использовать физические модели для конкретных процессов и проводить необходимые расчеты в рамках построенной физической модели;
- применять рассматриваемые теоретические модели или их модификации в общем случае;
- моделировать процессы и анализировать модели с использованием информационных технологий.

**владеть:**

- базовыми подходами к постановке и решению общефизических задач;
- основными математическими методами, характерными для теории сплошных сред;
- математическим моделированием физических задач.

**Темы и разделы курса:****1. Суперкомпьютерное моделирование плазмы**

Современные вычислительные машины. Операционные системы. Компиляция, Intel Fortran, MatLab. Правила моделирования. Тестовые задачи и бенчмарк. Поиск ошибок. Сходимость.

**2. Моделирование магнитного поля**

Моделирование тороидального магнитного поля. Уравнение Био-Савара-Лапласа. Токамаки с круглым и вытянутым сечением плазмы. Гофрировка. Стеллараторы и модульные катушки.

**3. Равновесие плазмы**

Равновесие плазмы. Уравнение Грэда-Шафранова. Магнитные поверхности. Формат EQDSK. Коды DINA, EFIT, SPIDER, CAXE, VMES. Смещение плазмы и параметр  $\beta$ . Магнитные измерения. Ограничения моделей. Обратные задачи.

**4. МГД устойчивость**

МГД устойчивость плазмы. Коды KINX, MISHKA, CAS3D, TERPSICHORE. Виды неустойчивостей и критерии устойчивости. Оптимизация магнитных конфигураций. Искусственный интеллект и шахматная программа “Кентавр”. Альфвеновский континуум.

#### 5. Траектории частиц

Траектории заряженных частиц в плазме. Дрейфовое приближение. Инварианты движения. Коды ORBIT, VENUS, HAGIS. Резонансное взаимодействие частиц с волнами. Затухание Ландау и Альфвеновские собственные моды.

#### 6. Столкновения

Неоклассические столкновения в плазме. Уравнение Власова. Методы  $\delta f$ , Монте-Карло и генерация случайных чисел. Бутстрэп ток. Кластеры, MPI и сети.

#### 7. Переносы

Моделирование переносов в плазме. Код ASTRA. Убегающие электроны. Электронно-циклотронный нагрев, гиротроны и код OGRAY. Турбулентность и код GENE.

#### 8. Измерения плазмы

Моделирование экспериментальных измерений электрического потенциала плазмы с помощью пучка тяжелых ионов. Рефлектометрия и моделирование турбулентности.

#### 9. Большие термоядерные установки

Особенности моделирования плазмы для термоядерных установок - ИТЭР, JET, T-10, T-15, LHD, W7X. Современные численные задачи по материалам совещаний международных групп по физике токамаков ИТРА.

#### 10. Администрирование

Теория и моделирование плазмы в разных странах. Список экспертов. Конференции и вакансии. Финансовые, моральные и юридические особенности моделирования. Топ суперкомпьютеров. Распределение ресурсов.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Модельное мышление и его применение**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование навыков осмысления жизненного опыта, применения критического мышления в реальной жизни, а также обоснования своей гражданской позиции и своего мировоззрения с помощью экспериментальных данных.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) модельного мышления;
- приобретение теоретических знаний и практических навыков применения критического мышления в бизнесе, геополитике и общем мировоззрении;
- развитие навыков выступления на публику и донесения своей точки зрения до аудитории.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия современного критического материализма (Черный Лебедь, антихрупкость, эволюционная эпистемология, сложные системы и т.д.);
- роль случая и значимость когнитивных искажений в реальной жизни;
- основные причины провала стартапов;
- типовые способы принятия решений;
- базовые принципы развития человеческого общества и их историческое обоснование;
- основные мифы либерал-глобализма и методы манипуляции общественным мнением;
- роль России в мировой культуре;
- главные направления классической философии;
- принципы практической философии и их экспериментальный характер.

##### **уметь:**



- ставить цели, разбивать поставленные цели на задачи и этапы, минимизировать хрупкость проекта;
- оценивать себя, членов команды и контрагентов своих проектов и вырабатывать наиболее продуктивное общение с ними;
- определять попытки манипуляции (в СМИ, в бизнесе и т.д.) и противодействовать им;
- создавать простые модели явлений в реальной жизни.

#### **владеть:**

- навыками публичных выступлений и донесения своей точки зрения до аудитории;
- навыками осмысления своего жизненного опыта и выработки собственных жизненных принципов;
- методами противодействия информационным атакам против России.

#### **Темы и разделы курса:**

##### 1. Черный Лебедь. Антихрупкость

Что такое «Черный лебедь»? Критерии Черного Лебедя. Источники Черных Лебедей. Триада Хрупкость-Неуязвимость-Антихрупкость. Уменьшение хрупкости. Достижение антихрупкости. Антихрупкость в действиях Правительства РФ. Сложные системы первого и второго рода. Этика и мораль в современном мире. Агентская проблема. Эпистемическая и доксистическая ответственность. Главная ошибка Галеба.

##### 2. Почему проваливаются стартапы?

Джеффри Мур, "Пересекая пропасть". Почему проваливаются 90% стартапов? Как это преодолеть? "Продуктивные" встречи. Зачем продавцам нужны инженеры? Несбыточные мечты о "платформе". Зачем инженерам нужны продавцы? Эрик Рис, "Lean startup". Как сделать бизнес антихрупким? Принцип "fail fast" - наличие стратегии выхода. Инвесторы и инвестфонды – в чем разница? "Ошибка выжившего". Так ли важен опыт сверх-успешных предпринимателей? Миф о патентах. Миф о важности руководителей. Механизмы принятия решений. Миф об идеальном руководителе. Кен Бланшар, ситуационное лидерство. Фредерик Лалу, "Открывая организации будущего". Типы организаций. Один базовый принцип, о котором часто забывают.

##### 3. Геополитика и политэкономия

Эрик Райнерт, «Как богатые страны стали богатыми...» - исторические факты от XV до XXI века. Государственное вмешательство, протекционизм по отношению к своей промышленности. Эмуляция. "Летающие гуси" Восточной Азии. Вторичные факторы: несовершенная конкуренция, инновации, синергия. Мифы "мейнстрим"-экономики. Миф о "невидимой руке рынка". Как рекомендации МВФ разрушают экономики развивающихся стран. Миф об "институтах демократического общества". Коррупция. Виды коррупции и их динамика на примерах Великобритании, США и России. Миф о постиндустриальной экономике. Разбор основных пропагандистских примеров. Как Украина поверила всем мифам и проигнорировала все факты. Глобализация (географическое разделение труда) и

вызванный ей рост напряженности в отношениях между странами. Мировые религии. Исламизм. Сырьевые ресурсы планеты. Арктика - "последняя кладовая Земли". Рост напряженности внутри стран. Рост неравенства. Как работает мир? Текущая пролетаризация среднего класса. Безработица. Роботизация. Надвигающийся глобальный экономический кризис и вероятность большой войны. "Политическая корректность". Тупиковое положение левой идеологии в качестве услуги транснационального финансового капитала и бюрократии. Изменение роли США в мире. США и Китай - текущее состояние и планы. Национальные идеи. Коммунизм. Главная ошибка Карла Маркса. Адаптация идей Маркса к реальности. Коммунизм как религия в СССР. Недооценка исторической роли СССР в современном мире. Китайский подход. Возможная модернизация коммунизма. Новая холодная война - так ли это плохо?

#### 4. Критическое мышление. Практическая философия.

Манипуляции общественным мнением. Современный идеализм («постмодернизм»). Основы критического материализма. Эволюция. Почему то, что делает «Russia Today», вызывает истерику на Западе? Информация и что с ней делать. Разница между информацией и образованием. Проникновение философии в реальную жизнь. Логика и философия. Приёмы практической философии. Вопрос о смысле жизни. Феномен "творческой интеллигенции" в Великобритании начала XX века и в России начала XXI века. Надо ли русским пытаться стать англо-американцами? Русская интеллигенция сегодня и завтра. Что такое мистицизм? Экспериментальный характер мистицизма. Материализм и мистицизм. Эволюция разума. Получится ли у нас искусственный интеллект? Альтернативные картины будущего (выступления студентов). Эффект Линди. Люди и время. Западный миф об отсталости России. Некоторые отличительные черты русского менталитета. Формирование новой национальной идеи России.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы

### Молекулярно-кинетическая теория

#### Цель дисциплины:

- изучение физических основ механики сплошных сред, основанных на подходах молекулярно-кинетической теории и, в частности, на теории уравнения Больцмана.

#### Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний в области молекулярно-кинетической теории, составляющей физические основы механики сплошных сред (МСС);
- приобретение теоретических знаний в области физических основ механики сплошных сред;
- изучение способов получения уравнений механики сплошных сред с использованием уравнения Больцмана;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области МСС;
- освоение студентами базовых знаний для дальнейшего изучения явлений физической механики (газовые разряды, физика ударных волн, релаксационные процессы в физико-химической механике).

#### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории классической и современной физики;
- порядки численных величин, характерные для различных разделов физики;
- современные проблемы физики, химии, математики;
- методы механики сплошных сред, разработанные на базе молекулярно-кинетической теории.

##### уметь:

- абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных физических ситуаций;
- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач и технологических задач;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- производить численные оценки по порядку величины;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и методы компьютерной физики;
- получать наилучшие значения измеряемых величин и правильно оценить степень их достоверности;
- работать на современных компьютерах и суперкомпьютерах;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;
- культурой постановки и моделирования физических задач;
- навыками грамотной обработки результатов численного моделирования и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

**Темы и разделы курса:**

1. Исторические аспекты создания уравнения Больцмана

Исторические аспекты создания уравнения Больцмана и роль этого уравнения в развитии теоретической физики XX века. Краткий исторический обзор.

2. Микро- и макроскопические величины, характеризующие однородный и неоднородный газ

Величины, характеризующие однородный и неоднородный газ. Функция распределения и средние значения. Векторы потоков массы, импульса, энергии для однородного и неоднородного газа.

3. Величины, характеризующие газовые смеси. Дифференциальное сечение, сечение потери импульса

Величины, характеризующие газовые смеси. Частота столкновений. Средняя длина свободного пробега. Сечения столкновения: полное сечение, дифференциальное сечение, сечение потери импульса. Характеристики величин сечений столкновения. Скорость процесса.

#### 4. Классический вывод уравнения Больцмана

Классический вывод уравнения Больцмана. Доказательство теоремы Лиувилля о сохранении фазового объема.

#### 5. Вывод макроскопических законов сохранения

Вывод макроскопических законов сохранения для газовой смеси на основе уравнения Больцмана. Обоснование моментной процедуры. Вероятностная трактовка. Гипотеза о молекулярном хаосе.

#### 6. Аддитивные инварианты

Введение аддитивных инвариантов. Связь с законами сохранения классической механики.

#### 7. Обобщенный закон сохранения для газовой смеси

Получение обобщенного закона сохранения для газовой смеси. Использование теоремы Лиувилля.

#### 8. Вывод уравнений непрерывности, движения и баланса из обобщенного закона

Граничные условия в пространстве скоростей. Вывод уравнений непрерывности, движения и баланса энергии из обобщенного закона.

#### 9. H-теорема Больцмана

Доказательство H-теоремы Больцмана. Связь со вторым законом термодинамики. Необратимость диссипативных процессов в термодинамических системах.

#### 10. Функция распределения молекул по скоростям в состоянии термодинамического равновесия

Применение уравнения Больцмана к анализу термодинамического равновесия в газах. Получение максвелловской функции распределения.

#### 11. Метод Чепмена-Энскога

Введение в теорию Чепмена-Энскога. Определение свойств полиномов Сонина.

#### 12. Вычисление переносных свойств с использованием полиномов Сонина

Получение расчетных соотношений для свойств переноса газов: вязкости и теплопроводности. Порядок приближения теории Чепмена-Энскога.

#### 13. Особенности кинетической теории частично ионизованных газов и плазмы

Дебаевский радиус экранирования. Расчет сечений взаимодействия частиц в плазме.

#### 14. Столкновительный член Фоккера-Планка

Получение уравнения Фоккера-Планка. Его основные свойства.

### 15. Кинетическое уравнение Власова

Обоснование кинетического уравнения Власова для бесстолкновительной плазмы. Бесстолкновительные ударные волны.

16. Двучленное (лоренцево) приближение функции распределения. Кинетическое уравнение Больцмана для электронов в плазме тлеющего разряда.

Разложение функции распределения по ортогональным полиномам Лежандра. Лоренцево приближение. Формулировка кинетического уравнения Больцмана для функции распределения в лоренцевом приближении.

17. Численное моделирование кинетического уравнения Больцмана для функции распределения электронов в тлеющем разряде

Методы численного решения кинетического уравнения Больцмана. Конечно разностная аппроксимация уравнения.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Молекулярные основы заболеваний и их фармакотерапия**

#### **Цель дисциплины:**

Понимание биологических аспектов появления и развития рака, а также современных методов терапии.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний об онкологических заболеваниях, их причинах и молекулярных механизмах развития;
- приобретение теоретических знаний о классических и современных методах терапии рака, включая подходы к «персонализированной» терапии;
- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов) в фармакологии;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков, позволяющих осваивать современные методы в фармакологии;
- оказание консультаций и помощи студентам в освоении современных подходов в области фармакологии и разработки лекарств.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия и аспекты, связанные с возникновением рака, его развитием, а также физиологическими и молекулярно-биологическими особенностями раковых опухолей;
- современные проблемы, связанные с лечением раковых опухолей;
- принципы и подходы, направленные на разработку и тестирование новых терапевтических подходов и лекарств;
- фундаментальные понятия и принципы фармакологии;
- современные представления о лекарствах, механизмах их действия, аспектах безопасности;

- современные проблемы фармакологии в контексте разработки лекарств, в том числе в условиях перехода на модель персонализированной медицины и связанными с этими изменениями подходами к разработке лекарств;
- принципы и подходы в фармакологии в связи с требованиями государственной фармакопеи;
- принципы проведения доклинических и клинических исследований; место и роль фармакологии в этих исследованиях.

**уметь:**

- ориентироваться в молекулярных механизмах опухолеобразования;
- оперировать полученными знаниями и понятиями в будущей научно-исследовательской работе;
- адекватно оценивать потенциальные перспективы новых методов терапии рака;
- устанавливать причинно-следственные связи между биологическими аспектами развития рака и современными методами терапии и диагностики, которые всё сильнее совершенствуются;
- ставить цели и задачи в области фармакологии;
- использовать свои знания для решения задач фармакологического исследования;
- оценивать корректность постановок задач и строить алгоритмы достижения их оптимального решения в различных (в том числе меняющихся) условиях;
- применять полученные фундаментальные знания в прикладных целях разработки лекарственных средств.

**владеть:**

- молекулярно-биологической и биомедицинской терминологией, связанной с аспектами биологии рака;
- навыками освоения большого объема информации и понимания биологических процессов, связанных с раком;
- навыками освоения большого объема информации и решения задач (в том числе, сложных);
- навыками самостоятельной работы и освоения новых знаний, умений и навыков;
- культурой работы в команде и умением выстраивать систему взаимодействия со специалистами в смежных областях;
- терминологией дисциплины в достаточном объеме.

**Темы и разделы курса:**



## 1. Повреждение и репарация ДНК. Мутации, онкогены и опухолевые супрессоры

Типы повреждений ДНК и повреждающие факторы. Системы репарации одно- и двуниевых разрывов. Клеточный цикл и «точки проверки». Классификация мутаций. Понятие об онкогенах и опухолевых супрессорах. Наследование мутаций.

## 2. Роль онковирусов и эпигенетических изменений в развитии рака

Типы онковирусов. Влияние онковирусов на стабильность клеточного генома. Эпигенетические изменения, их роль в раковом мутагенезе. Эпиканцерогены. Влияние эпигенетических изменений на экспрессию микроРНК и активность мобильных элементов.

## 3. Онкоэволюция и генетическая гетерогенность опухолей. Стволовые раковые клетки

Понятие об «онкоэволюции». Стволовые раковые клетки. Клеточное (репликативное) старение. Теломерный кризис. Преодоление теломерного кризиса раковыми клетками. Хромотрипсис.

## 4. Рецепторы и сигнальные пути в опухолях

Обзор рецепторов и сигнальных путей, играющих активную роль в функционировании раковых клеток.

## 5. Физиологические особенности солидных опухолей. Молекулярные механизмы инвазии и метастазирования

Мутации и сигнальные пути, оказывающие влияние на метаболизм раковых клеток. Роль гипоксии. Ключевые отличия метаболизма раковых клеток. Эффект Варбурга. Роль гипоксии в стимуляции роста сосудов. Особенности морфологии опухолевых сосудов. Физиологические особенности солидных опухолей. Понятия инвазии и метастазирования. Эпителиально-мезенхимальный переход. Сигнальные пути, вовлеченные в миграцию раковых клеток. Внеклеточный матрикс, его компоненты и роль в прогрессии рака. Образование пре-метастатических ниш и роль экзосом в этом процессе.

## 6. Воспалительные процессы в опухоли. «Иммунный надзор» Механизмы избегания иммунного надзора

Как иммунная система распознаёт опухолевые клетки? Компоненты врождённого и адаптивного иммунитета, осуществляющие «иммунный надзор». Механизмы избегания иммунного надзора. Диалог раковых клеток с компонентами стромы и иммунными клетками. Роль воспаления в промотировании рака.

## 7. Общая фармакология

Введение в фармакологию. История фармакологии. Основные понятия. Принципы классификации лекарств. Общая фармакология. Фармакодинамика и фармакокинетика. Виды действия лекарственных веществ. Пути введения лекарственных веществ. Механизм действия лекарственных средств. Дозы лекарственных веществ. Побочное действие лекарственных веществ. Доказательная медицина.

8. Холиномиметики и антихолинэстеразные средства. Холиноблокирующие средства (м-холиноблокаторы и н-холиноблокаторы)

Холиноблокирующие средства (м-холиноблокаторы и н-холиноблокаторы). Классификация. Механизм действия. Препараты. Показания к применению. Побочные эффекты.

9. Адренергические средства. Адреномиметики. Адренолитические средства

Адренергические средства. Классификация адренотропных средств. Адреномиметики. Адренолитические средства. Особенности действия адренотропных средств. Показания к применению. Побочное действие.

10. Средства, влияющие на ЦНС. Средства для наркоза. Местные анестетики. Спирт этиловый. Снотворные средства

Средства, влияющие на ЦНС. Средства для наркоза. Понятие об общих анестетиках. Ингаляционные анестетики. Неингаляционные анестетики. Средства для неингаляционного наркоза. Сравнительная характеристика средств для наркоза. Спирт этиловый. Острое отравление этиловым спиртом. Хроническое отравление этиловым спиртом (алкоголизм). Снотворные средства (классификация, механизм действия, показания к применению, побочные эффекты).

11. Болеутоляющие средства (опиоидные и неопиоидные анальгетики). Противозипилептические средства. Противопаркинсонические средства

Болеутоляющие средства (опиоидные и неопиоидные анальгетики). Определение. Наркотические анальгетики. Классификация наркотических анальгетиков. Эффекты наркотических анальгетиков. Противопоказания для назначения наркотических анальгетиков. Ненаркотические анальгетики. Классификация ненаркотических анальгетиков. Противозипилептические средства. Понятие об эпилепсии и ее формы. Противозипилептические препараты: классификация, механизм действия, показания к применению, побочные эффекты. Противопаркинсонические средства. Механизм развития болезни Паркинсона. Дофаминомиметики. Холиноблокаторы.

12. Антипсихотические средства. Анксиолитические и седативные средства. Антидепрессанты. Средства для лечения маний

Антипсихотические средства (нейролептики). Нейролептики: механизм действия и основные эффекты. Классификация. Показания к применению. механизм действия. Побочные эффекты. Анксиолитические (транквилизаторы) средства. Классификация. механизм действия. Показания к применению. Нормотимические препараты (препараты лития).

13. Средства, вызывающие лекарственную зависимость. Психостимулирующие средства. Ноотропные средства

Источники получения, классификация, механизм действия, эффекты средств, вызывающих лекарственную зависимость. Ноотропные средства.

#### 14. Кардиотонические средства. Антиаритмические средства. Антиангинальные средства

Кардиотонические средства. Классификация. механизм действия. Показания к применению. Побочное действие. Антиаритмические средства. Классификация антиаритмических средств. Особенности действия различных антиаритмических средств. Особенности действия различных антиаритмических средств. Показания к применению. Побочное действие.

#### 15. Антигипертензивные средства. Диуретики. Гиполипидемические средства

Антиангинальные средства. Лечение ишемической болезни сердца. Классификация лекарственных средств по характеру влияния на обеспечение миокарда кислородом. Особенности действия препаратов различных групп. Показания к применению. Побочное действие. Диуретики. Классификация. Механизм действия диуретиков. Показания к применению. Побочное действие. Гиполипидемические средства. Классификация. Механизм действия. Особенности лечения атеросклероза в зависимости от типа липопротеинемии. Показания к применению. Побочное действие.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Назад в будущее! История технических фантазий от античности до советского периода**

#### **Цель дисциплины:**

Знакомство с основными этапами развития технических представлений в прошлом и их влияния на технические фантазии от античности до первой половины XX в. в тесной взаимосвязи с изучением предпосылок этих мысленных изобретений и восприятия их современниками.

#### **Задачи дисциплины:**

Рассмотрение основных этапов формирования научно-технических представлений в исторических социумах.

Рассмотрение предпосылок мысленных технических изобретений и их влияния на развитие научно-технической мысли.

Формирование и развитие у участников курса навыков эвристического мышления на примерах мысленных изобретений прошлого.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- особенности научно-технологического развития различных цивилизаций в мировой истории;
- этапы формирования научно-технических представлений в исторических обществах, предпосылки мысленных изобретений с античности до середины XX в.;
- специфику влияния открытий и изобретений на общественно-экономическое и политическое развитие, восприятия современниками технических достижений.

##### **уметь:**

- анализировать проблемы истории научно-технологического развития исторических социумов, устанавливать причинно-следственные связи между событиями и процессами;

- правильно оценивать и отбирать нужную информацию, анализировать, систематизировать и обобщать ее;
- критически мыслить, использовать ситуационный анализ для определения причинно-следственных связей в истории науки и технологий;

**владеть:**

- навыком использования базовой терминологии и понятийного аппарата в области истории науки и технологий;
- навыком определения условий решения изобретательских и инженерных задач в конкретно-исторических ситуациях, навыками эвристического мышления.

**Темы и разделы курса:**

1. Этапы научно-технического развития

История изучения и актуальные подходы к изучению научно-технического развития. Понятие техники, технологии, науки. Научные революции. Этапы научно-технического развития. Техника и социум.

2. Научно-технические достижения в культуре античного мира

Технические фантазии в античной мифологии. Миф о Талосе. Технические изобретения Гефеста. Архимед и его машина. Формирование легенды о зажигательных зеркалах Архимеда. Полеты на Луну (Лукиан). Аппараты для подводного плавания. Антикитерский механизм. Наследие античности: технические фантазии в Византии и арабском мире.

3. Утопии средневековья и раннего Нового времени и их технические достижения

Представления об идеальном государстве и обществе и роль техники и науки в утопиях средневековья. Роджер Бэкон и его технические устройства. Оптика. Легенда о летающем корабле. Утопии раннего Нового времени. Город Солнца. Новая Атлантида. Сирано де Бержерак и его технические фантазии.

4. Наука и техника в фантастической литературе XIX века

Рождение научной фантастики. Технические фантазии в отечественной и зарубежной литературе. Легенды о технических достижениях XVIII-XIX вв.

5. Научно-технические фантазии в эпоху НТР

Научная фантастика в первой половине XX в. Исчезновение барьера между научно-техническими фантазиями и их реальным воплощением. Научная фантастика на службе советской власти. Научно-технические достижения в зарубежной фантастической литературе и культуре в первой половине XX в. Научно-технические фантазии и масс-культура.

6. Технические фантазии в культуре и восприятии современников

Восприятие научно-технических достижений в общественном сознании. Легенды о полете и подводном плавании Александра Македонского. Дон Кихот и ветряные мельницы. Мифологизация науки и техники.

7. Наука и техника в фантастическом кинематографе первой пол. XX в.

Начало эпохи НТР и научно-технические достижения в советской и зарубежной фантастической киноиндустрии. «Аэлита». «Война миров». Освоение подводного мира. Начало творчества П. Клушанцева.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Наноэлектронные устройства**

#### **Цель дисциплины:**

- освоение студентами фундаментальных знаний в области электронных и электронно-оптических свойств наноструктур, изучение способов создания наноэлектронных устройств и методов их исследования, а также областей их практического применения.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний в области физики твердого тела, как дисциплины, интегрирующей общефизическую и общетеоретическую подготовку физиков и обеспечивающей технологические основы современных инновационных сфер деятельности;
- обучение студентов принципам создания наноэлектронных устройств, выявление особенностей их функциональных характеристик в сравнении с микроэлектронными устройствами;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области наноэлектроники в рамках выпускных работ на степень магистра.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- современные проблемы и задачи в области физики твёрдого тела;
- принципы создания наноэлектронных устройств;
- особенности функциональных характеристик наноэлектронных устройств в сравнении с микроэлектронными устройствами;
- постановку проблем физико-химического моделирования;
- о взаимосвязях и фундаментальном единстве естественных наук.

##### **уметь:**

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- работать на современном экспериментальном оборудовании;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
- планировать оптимальное проведение эксперимента.

**владеть:**

- планированием, постановкой и обработкой результатов физического эксперимента;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории на современном экспериментальном оборудовании;
- математическим моделированием физических задач.

**Темы и разделы курса:**

1. Мезоскопическая физика и нанотехнологии

Основные тенденции развития nano-и оптоэлектроники. Основные понятия и величины. Принципы построения систем обработки сигналов. Конструирование «сверху-вниз» и «снизу –вверх». Квантово-механическая когерентность. Квантовые ямы, проволоки и точки.

2. Планарная полупроводниковая технология – достижения и ограничения

Обзор современных достижений в области миниатюризации электронных устройств, основных проблем, связанных с дальнейшим уменьшением их характерных размеров. Задачи и практические требования, предъявляемые к микро- и нанoeлектронным устройствам.

3. Оборудование для исследований в nano- и микроэлектронике

Автоэмиссионные электронные микроскопы на базе электронной колонны GEMINI. Двухлучевые микроскопы с ионной колонной. Наноманипуляторы. Зондовые микроскопы: туннельные, атомно-силовые, оптические микроскопы ближнего поля. Высокочувствительные приборы измерения электрических свойств семейства Kethley.

4. Молекулярная электроника

Молекулярные доноры и акцепторы электронов. Нелинейные ВАХ и активные элементы молекулярной электроники. Логические элементы. Солитоны в трансполиацетилене.

Молекулярная память на основе белка бактериородопсина. Электронно-конформационные переходы. Переключающиеся элементы на основе молекул ротаксана и хироптицена. Запоминающие устройства на основе эффекта «выжигания провалов» в спектрах поглощения органических молекул в твердотельных матрицах.



## 5. Наноструктурированные электронно-оптические среды

Химические реакционно-диффузионные среды и средства обработки информации. Нейросетевая архитектура. Среда типа Белоусова-Жаботинского. Реакционно-диффузионный процессор: основные принципы. Обработка изображений средами типа Белоусова-Жаботинского. Реакционно-диффузионный процессор.

Системы взаимосвязанных реакционно-диффузионных реакторов: распознающие устройства. Принципы обработки информации реакционно-диффузионными устройствами.

## 6. Размерные эффекты в металлах и полупроводниках

Плотность состояний и размерность системы. Движение носителей заряда в электрическом поле. Баллистический транспорт носителей заряда. Подвижность зарядов. Туннелирование носителей заряда. Свободная поверхность и межфазные границы. Полупроводниковые гетероструктуры. Квантовые процессы переноса.

## 7. Методы формирования нанoeлектронных структур

Химическое осаждение из газовой фазы. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Методы, основанные на использовании сканирующих зондов. Фокусированное ионное травление. Локальное окисление металлов и полупроводников. Локальное химическое осаждение из газовой фазы. Нанолитография. Электронно-лучевая литография. Профилирование резистов сканирующими зондами. Нанопечать. Перьевая нанолитография. Самосборка. Самоорганизация в объемных материалах. Самоорганизация при эпитаксии. Формирование квантовых точек посредством самоорганизации при эпитаксии. Осаждение пленок Лэнгмюра-Блоджетт. Контакты к отдельным молекулам.

## 8. Физика полупроводников с пониженной размерностью

Основные характеристики двумерных полупроводниковых наноструктур. Прямоугольная потенциальная яма конечной глубины. Параболическая и треугольная квантовые ямы. Параболическая потенциальная яма. Треугольная потенциальная яма. Квантовые проволоки. Квантовые точки. Напряженные слои. Влияние напряжений на валентную зону. Зонная структура в квантовых ямах. Экситонные эффекты в квантовых ямах.

## 9. Углеродные наноструктуры, их электронные свойства

Способы гибридизации атомов углерода. Многостенные и одностенные углеродные нанотрубки, фуллерены и фуллереновые полимеры, графит, алмаз и аморфные алмазоподобные пленки, онионы, углеродные и азот-углеродные нановолокна. Автоэлектронная эмиссия углеродных наноструктур. Применения холодных наноуглеродных катодов. Наноуглеродные сенсоры газов. Графеновые нанoeлектронные устройства. Наноуглеродные ограничители оптической мощности, прерыватели.

## 10. Полупроводниковые квантовые наноструктуры и полупроводниковые сверхрешетки

Структуры полевых МОП-транзисторов (MOSFET). Гетеропереходы. Гетеропереходы с модулированным легированием. Напряженные гетероструктуры на основе SiGe. Квантовые

ямы. Модулированно-легированные квантовые ямы. Множественные квантовые ямы (MQW).

Концепция сверхрешеток. Модель сверхрешетки Кронига — Пенни. Расщепление зон.

Сверхрешетки типа  $\pi r_i$ .

## 11. Процессы переноса в наноструктурах в электрических и магнитных полях

Продольный перенос. Механизмы рассеяния электронов. Экспериментальные данные по продольному переносу. Продольный перенос горячих электронов. Поперечный перенос. Резонансное туннелирование. Влияние поперечных электрических полей на свойства сверхрешеток. Квантовый перенос в наноструктурах. Квантовая проводимость. Формула Ландауэра. Формула Ландауэра — Бюттикера для квантового переноса в многозондовых структурах Кулоновская блокада.

Воздействие магнитного поля на кристаллы. Поведение систем пониженной размерности в магнитных полях. Плотность состояний двумерных систем в магнитных полях. Эффект Аронова — Бома. Эффект Шубникова — де Гааза. Квантовый эффект Холла. Экспериментальные данные и элементарная теория целочисленного квантового эффекта Холла. Протяженные и локализованные состояния. Использование квантового эффекта Холла в метрологии. Дробный квантовый эффект Холла.

## 12. Оптические и электрооптические процессы в квантовых гетероструктурах

Оптические свойства квантовых ям и сверхрешеток. Оптические характеристики квантовых точек и нанокристаллов. Методы выращивания нанокристаллов. Самоорганизация квантовых точек. Электрооптические эффекты в квантовых точках. Квантово-размерный эффект Штарка. Электрооптические эффекты в сверхрешетках. Лестницы Штарка и осцилляции Блоха.

## 13. Электронные и оптоэлектронные устройства на основе наноструктур

Модуляционно-легированные полевые транзисторы (MODFET). Биполярные транзисторы на гетеропереходах. Резонансный туннельный эффект. Транзисторы на горячих электронах. Транзисторы с резонансным туннелированием. Одноэлектронные транзисторы.

Лазеры на полупроводниковых гетеропереходах. Лазеры на полупроводниковых квантовых ямах. Поверхностные лазеры с вертикальным резонатором (VCSEL). Лазеры на напряженных структурах с квантовыми ямами. Лазеры на квантовых точках. Фотодетекторы на квантовых ямах и сверхрешетках. Фотодетекторы на подзонах квантовых ям. Лавинные фотодетекторы на сверхрешетках. Модуляторы на квантовых ямах.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Научно-методический семинар "Фронтиры гуманитарного знания"**

#### **Цель дисциплины:**

Цель курса – ознакомить слушателей с основными авторами, памятниками, категориями и апориями забытых интеллектуальных формаций раннего Нового времени - «священной физики», «моральной арифметики», парацельсизма, ятрохимии, алхимии и многих других.

#### **Задачи дисциплины:**

Достижение поставленной цели предполагает решение целого ряда взаимосвязанных задач:

- ознакомиться с «долгой историей» комментариев к библейскому рассказу о сотворении мира и к другим «физическим» перикопам Библии от «Берешит рабба» до Исаака Ньютона и Иоганна Якоба Шойхцера;
- рассмотреть влияние наук о языке и тексте – риторики, библейской экзегезы, топики, историографии, филологии – на язык и эпистемологические принципы современной физики и математики (природа жанра «физического романа»; категория «факта» как общее достояние физики, историографии и филологии; категория «ясности» и «буквальности» между толкованием Священного Писания и ньютоновской физикой; теология Scholium generale и «Математические начала естествознания»);
- сделать предметом анализа синтез принципов поэтики барочного романа и эпистемологических оснований физических теорий этого времени (на примере полемики вокруг трактатов Рене Декарта «Мир, или о свете» и «Священной теории Земли» Томаса Бернета);
- рассмотреть, какие тенденции в философии раннего Нового времени – такие, например, как парадокс достоверного знания о будущих контингентных событиях, пробабиллизм, «онтология морального сущего», - способствовали сближению наук о природе и наук о человеке;
- проблематизировать место таких дискурсивных формаций, как «священная физика» или «моральная арифметика», в каноне истории знания («как мы пишем историю науки, в том числе своей науки?»).

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

**знать:**

- методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;

- стилистические особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках.

#### **уметь:**

- анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов;

- следовать основным нормам, принятым в научном общении на государственном и иностранном языках.

#### **владеть:**

- навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;

- навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных;

- навыками анализа научных текстов на государственном и иностранном языках.

#### **Темы и разделы курса:**

1. «Долгая история» физического комментария к библейскому тексту: от мидрашей до «Энциклопедии» Дидро и Даламбера

Экзегеза книги Берешит в Берешит Рабба и у Филона Александрийского: рассказ о сотворении мира между иудейской и эллинской традицией. Иерархия смыслов библейского текста (буквальный, моральный, аллегорический и анагогический) в раннехристианской и средневековой экзегетической литературе и место «физического смысла», *sensus physicus*, в ней. Физический комментарий к Библии как разновидность буквального и внутренний парадокс, заложенный в понятии буквального смысла. Отношение физического и исторического смысла. Парадигматические «Шестодневы» святоотеческой эпохи: бл. Августин, Василий Великий, Амвросий Медиоланский. Средневековые комментарии к Книге Бытия: от Теодориха Шартрского и Сен-Викторской школы до Генриха фон Лангенштайна. Сотворение мира как логическая проблема в теологии: как неизменность Бога сочетается с новизной мира? Статья «потоп» в «Энциклопедии» Дидро и Даламбера и дело аббата Де Прада: либертенская экзегеза Писания или верность традиции?

2. Рождение и упадок «священной физики»: от Яна Амоса Коменского до Готхильфа Генриха Шуберта

Проект протестантской всеобщей энциклопедии и рождение священной физики: Ян Амос Коменский и Якоб Брукер. Буквалистская экзегеза Писания и «герменевтика природы». Натуралистические объяснения библейских чудес: падение стен Иерихона, говорящая

олица Валаама, расчеловечение Навуходоносора, остановка Солнца над Гаваоном. «Теория аккомодации» как основание экзегезы Книги Бытия. Космология и библейская экзегеза в трактатах о «теории Земли». Аллегорическая экзегеза Шестоднева и гипотетическая физика Декарта: интерференция экзегетических и физических аргументов у И. Ньютона и авторов его круга. «Риторика достоверности» и принцип буквальной ясности у И. Ньютона. Ньютонианский принцип «гипотез не измышляю», *hypotheses non fingo*, в эпистемологии и экзегезе Дж. Толанда: почему нет ничего достовернее сновидений?

3. Арифметика человеческой свободы: проекты «моральной арифметики» Уильяма Петти, Самуэля Пуфендорфа и Джона Крейга

Смысл понятия «моральной модальности» и «морального сущего» в раннее Новое время: что такое «апория достоверной моральной науки»? Проблема «будущих контингентных событий» в логике, историографии и политике от Аристотеля до Франческо Гвиччардини. «Математические начала теологии» Джона Крейга как забытый коррелят «Математических начал естествознания» Исаака Ньютона: о чем на самом деле этот текст? Математика как противоядие против исторического пирронизма: полемика аббата де Прада и Давида-Рено Буллье. Проблема морального количества между коммерцией и метафизикой: идея «слабых модальностей» как общей почвы экономики, этики и историографии.

4. Физическая теория как роман: синтезы литературы и наук о природе в XVI – начале XVIII вв.

Роман как «незаконный» жанр европейской литературы: поэтики Аристотеля и Данэля Хейнзия и «Трактат о возникновении романов» Пьера-Даниэля Юэ. Маньеристический роман и реализм в английском романе (Даниэль Дефо, Афра Бен). Появление термина «физический роман»: Лейбниц и Декарт. «О мире» Декарта и «Священные теории Земли» Томаса Бернета как «физические романы»: что стоит за этой квалификацией? Категория *ingenium* как общая почва литературы и физики: Бернет, Бэкон, Вико. Почему, согласно Джамбаттисте Вико, лучшие физики суть также превосходные поэты и риторы? Что общего между аллегорической экзегезой Библией, литературной фикцией и гипотетическим методом картезианской физики?

5. «Неудобное» прошлое: как вписать «священную физику» и «моральную арифметику» в канон истории науки?

Есть ли у наук история, и как ее писать? Проблематизация традиционной «перспективистской» истории науки в исторической эпистемологии: «Возникновение и развитие научного факта» Людвика Флека, «Структура научных революций» Томаса Куна, «Слова и вещи» Мишеля Фуко, «Объективность» Л. Дастон и П. Галисона, «История современного факта» Мэри Пуви. Основные модели истории знания: «история идей» Артура Лавджоя, «генеалогия знания» Мишеля Фуко, «внешняя» и «внутренняя» история науки Имре Лакатоса, «история научных революций» Томаса Куна, «история понятий» в Кембриджской школе Кв. Скиннера и философской герменевтике Г.-Г. Гадамера, «историческая эпистемология» Л. Дастон, П. Галисона, С. Шейпина, М. Пуви.

6. Алхимия как эзотерическое знание и духовное делание

Алхимия как феномен с глубокой исторической генеалогией и как специфическая дискурсивная формация раннего Модерна: предыстория алхимии от древнего Египта через позднюю античность и Византию к Средневековому Западу. Основные представления об алхимическом делании - его целях и стадиях, символическом ряде и о текстах основных

алхимиков (Николя Фламель Джон Ди, пс.-Альберт Великий, Иоганн Валетин Андреа, Михаэль Майер, Парацельс). Репрезентации алхимического процесса и символики в живописных произведениях Нового времени («Мадонна с длинной шеей» Пармиджанино, «Венера и Купидон» Лоренцо Лотто). Алхимические трактаты на перекрестье естественнонаучного знания, музыки и литературы: «Бегущая Аталанта» Михаэля Майера и «Химическая свадьба» Христиана Розенкрейца и И.В. Андреа.

#### 7. «Ятрохимия» и парацельсизм

Парацельс и Ян ван Гельмонт как создатели альтернативного аппарата медицинских категорий и альтернативной моделей медицинского знания: критика теории четырех элементов и естественных мест тел. Философская сера, ртуть и фосфор как одновременно духовные и материальные начала мира. Концепция «архея» и трансформация представлений об агенте заражения и природе эпидемий. «Третье царство» между Землей и Небом: сильфиды, наяды и другие мифологические персонажи на службе ятрохимии.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Немецкий язык для научных целей**

#### **Цель дисциплины:**

Формирование и развитие социальных, деловых, межкультурных и профессионально-ориентированных коммуникативных компетенций для решения коммуникативных задач в социокультурной, академической и профессионально-деловой сферах деятельности, а также для развития профессиональных и личностных качеств выпускника.

#### **Задачи дисциплины:**

Сформировать способность обучающегося языковыми средствами решать коммуникативные задачи в различных ситуациях в академической и профессиональной сфере, приобрести знания в широком спектре областей науки, делать глубокий анализ информации и формировать своё мнение как в устной, так и в письменной форме.

Для достижения целей и задач освоения дисциплины, обучающиеся должны овладеть иноязычной общепрофессиональной коммуникативной компетенцией, включающей в себя:

Лингвистическую компетенцию: способность в соответствии с нормами изучаемого языка правильно конструировать грамматические формы и синтаксические построения.

Социолингвистическую компетенцию (способность использовать и преобразовывать языковые формы в соответствии с ситуацией иноязычного общения).

Социокультурную компетенцию: способность учитывать в общении речевое и неречевое поведение, принятое в стране изучаемого языка.

Социальную компетенцию: способность взаимодействовать с партнерами по общению, владение соответствующими стратегиями.

Дискурсивную компетенцию: способность понять и достичь связности отдельных высказываний в значимых коммуникативных моделях.

Стратегическую компетенцию: умение пользоваться наиболее эффективными стратегиями при решении коммуникативных задач.

Предметную компетенцию: знание предметной информации при организации собственного высказывания или понимания высказывания других людей.

Предметно-профессиональную: способность оперировать знаниями в условиях реальной коммуникации с представителями изучаемой культуры, проявление эмпатии, как способности понять нормы, ценности и мотивы поведения представителей иной культуры.

Коммуникативную: способность устанавливать и налаживать контакты с представителями различных возрастных, социальных и других групп родной и иной лингвокультур, возможность быть медиатором между собственной и иноязычными культурами.

Прагматическую компетенцию: умение выбирать наиболее эффективный и целесообразный способ выражения мысли в зависимости от условий коммуникативного акта и поставленной задачи.

### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- особенности видов речевой деятельности на немецком языке;
- основные фонетические, лексические и грамматические явления и структуры, используемые в устной и письменной речи при общении на немецком языке, их отличие от родного языка для аргументированного и логичного построения высказываний, позволяющих использовать изучаемый язык в повседневной, академической, научной, деловой и профессиональной коммуникации;
- особенности иноязычной академической коммуникации, приемы извлечения и сообщения иноязычной информации в академических целях;
- основы организации письменной коммуникации, типы коммуникативных задач письменного общения и функции письменных коммуникативных средств;
- специфику использования вербальных и невербальных средств в ситуациях иноязычной коммуникации;
- виды и особенности письменных текстов и устных выступлений, общее содержание сложных текстов на абстрактные и конкретные темы, особенности иноязычных текстов, универсальные закономерности структурной организации текста, в том числе узкоспециальных текстов;
- правила использования различных технических средств с целью поиска и извлечения иноязычной информации, основные правила определения релевантности и надежности иноязычных источников, анализа и синтеза информации;
- мировые достижения, открытия, события из области истории, культуры, политики, социальной жизни;
- общие формы организации групповой работы; особенности поведения и интересы других участников; основы стратегического планирования работы команды для достижения поставленной цели;
- стандартные типы коммуникативных задач, цели и задачи деловых переговоров, социокультурные особенности ведения деловых переговоров, коммуникативно-прагматические и жанровые особенности переговоров;
- лексику и терминологию для академического, научного и профессионального общения.



**уметь:**

- понимать и использовать языковые средства во всех видах речевой деятельности на немецком языке;
- вести на немецком языке дискуссии в различных сферах общения: бытовых, социально-культурных, общественно-политических, профессиональных;
- устно реализовать коммуникативное намерение с целью воздействия на партнера по общению начинать, вести/поддерживать и заканчивать диалог-расспрос об увиденном, прочитанном, диалог-обмен мнениями и соблюдая нормы речевого этикета, при необходимости используя стратегии восстановления сбоя в процессе коммуникации (переспрос, перефразирование и др.);
- извлекать общую и детальную информацию при чтении аутентичных научно-публицистических немецкоязычных текстов;
- сообщать информацию на основе прочитанного текста в форме подготовленного монологического высказывания (презентации по предложенной теме;
- понимать монологические и диалогические высказывания при непосредственном общении и в аудио/видеозаписи;
- понимать коммуникативные интенции полученных письменных и устных сообщений;
- развертывать предложенный тезис в виде иллюстрации, детализации, разъяснения;
- использовать современные информационные технологии для профессиональной деятельности, делового общения и саморазвития;
- передать на русском языке содержание немецкоязычных научных и публицистических текстов в сфере профессиональной деятельности;
- подбирать литературу по теме, составлять двуязычный словарь, переводить и реферировать специальную литературу, подготавливать научные доклады и презентации на базе прочитанной специальной литературы, объяснить свою точку зрения и рассказать о своих планах;
- осуществлять устное и письменное иноязычное общение в соответствии со своей сферой профессиональной деятельности;
- использовать приемы и принципы построения публичной речи для сообщения;
- распознавать и дифференцировать языковые и речевые явления, выделять основную и второстепенную информацию при чтении текстов и восприятии речи на слух, использовать типовые средства устной и письменной коммуникации в межличностном общении; применять адекватные коммуникативные средства в стандартных ситуациях общения на профессионально-ориентированные темы;
- пользоваться графическими редакторами, создавать легко воспринимаемые наглядные материалы;
- описать графическую информацию (круговая гистограмма, таблица, столбиковый и линейный графики); написать короткую статью на заданную тему;

- написать саммари, ревью, краткую статью-совет на предложенную тему;
- реферировать и аннотировать иноязычные профессиональные тексты;
- уметь представлять результаты исследования в письменной и устной форме;
- применять информационно-коммуникативные технологии в общении и речевой деятельности на иностранном языке;
- уметь выявлять и формулировать проблемы, возникающие в процессе изучения иностранного языка; оценивать свои возможности, реалистичность и адекватность намеченных способов и путей достижения планируемых целей.

**владеть:**

- межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенцией в разных видах речевой деятельности;
- различными коммуникативными стратегиями: учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности; стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений; стратегиями восприятия, анализа, создания устных и письменных текстов разных типов; Интернет-технологиями для выбора оптимального режима получения информации; разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;
- презентационными технологиями для сообщения информации;
- методом поиска и анализа информации из различных источников в профессиональной области;
- навыками аннотирования и реферирования оригинальных научно-публицистических статей;
- приемами оценки и самооценки результатов деятельности по изучению иностранного языка
- приемами выявления и осознания своих языковых возможностей, личностных и профессионально-значимых качеств с целью их совершенствования;
- умением понимать речь носителей языка в высоком темпе и адекватно реагировать с учетом культурных норм международного общения;
- умением создавать ясные, логичные высказывания монологического и диалогического характера в различных ситуациях бытового и профессионального общения, пользуясь необходимым набором средств коммуникации;
- приемами публичной речи и делового и профессионального дискурса на немецком языке.

**Темы и разделы курса:**

1. Тема 1. Гибкие навыки

Социальный и эмоциональный интеллект. Личные и социальные навыки. Отношения с самим собой. Навыки и способности распознавать эмоции, понимать намерения, мотивацию и желания других людей и свои собственные, управление эмоциями в целях решения практических задач. Внутренняя гармония. Самопознание. Саморегуляция. Мотивация. Эмпатия. Креативность. Коммуникабельность. Корпоративность. Критичность. Основные характеристики успешного человека. Успешность личности. Преодоление трудностей.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: строить логические высказывания о личных и социальных навыках, описывать различные ситуации с использованием иллюстраций; использовать в общении и уметь интерпретировать афоризмы; рассуждать о способах достижения успеха, возможностях развития внутреннего потенциала, жизненных перспективах, смысловом наполнении жизни, формировании ответственности, взятой на себя добровольно; рассказывать о способах самосовершенствования.

## 2. Тема 2. Коммуникация в современном мире

Коммуникация в обществе. Культура общения, основанная на общих ценностях: честности, уважении, взаимном доверии. Виды и формы коммуникации. Средства коммуникации. Социальные сети.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: осуществлять поиск, получение, передачу и обмен информацией, применять в практической деятельности различные типы информационных сообщений: высказывания, тексты, изображения, звуковое сообщение, сигналы, знаки, сообщения в форуме, ведение дискуссии, выражение собственного мнения, реферирование текста, описание иллюстраций; аргументированного эссе.

## 3. Тема 3. Экология, природа, общество

Современные экологические проблемы. Взаимодействие природы и общества. Защита окружающей среды. Биосфера и человек. Экологическое сознание.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: вести

обмениваться мнениями о роли экологии и отношении к природе современного человека; рассуждать о зависимости общественного здоровья от факторов окружающей среды; обсуждать влияние экологических факторов среды на поколение будущего; составлять описательные эссе по тематике; делать выводы, формулировать мнение о роли общества для сохранения естественной среды обитания на планете.

#### 4. Тема 4. Социально-этические вопросы в науке, промышленности, потреблении

Глобализация потребления и социальные последствия. Наука в целях устойчивого развития. Производство и потребление. Осознанное потребление. Принципы и стратегии минимализма. Потребительская культура. Потребление, как новая форма контроля в обществе.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах:

обсуждать проблемы глобализации потребления для удовлетворения потребностей личности, общества, государства, выразить аргументированное мнение о роли науки и влиянии развития экономики на потребительское отношение к окружающему миру, обсуждать социально-этические вопросы и социальные последствия потребительского образа жизни.

#### 5. Тема 5. Новый цифровой мир

Глобальные технологические процессы, связанные с цифровизацией. Цифровые технологии - Интернет вещей. Цифровой мир науки и бизнеса. Погружение в цифровой мир. Безопасные гаджеты. Молодые хакеры. Влияние цифрового мира на восприятие жизни современного человека.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах: уметь осуществлять поиск необходимой информации по теме; готовить сообщения по теме; излагать собственные суждения о преимуществах, ограничениях и перспективах использования цифровых технологий, и их возможностях; участвовать в групповой дискуссии; обмениваться мнениями о технологических инновациях для решения различных задач с применением технических средств цифрового мира; составлять эссе-рассуждение по предложенной тематике.

#### 6. Тема 6. Индустрия 4.0: на пути к "цифровым" производствам

Интеграции и сотрудничество с использованием цифровых технологий и ростом гибкости в организации работы. Трансформация секторов экономики и видов деятельности и её влияние на занятость. Создание новых рынков и новых форм работы через цифровые платформы. Проблемы, связанные с большими данными информации. Взаимосвязь между использованием человеческого и машинного труда (обесценивание опыта, индивидуальная поддержка). Возможность гибких условий работы в отношении времени и местоположения. Глубокие изменения в структурах организаций.

Коммуникативные задачи: осуществлять коммуникацию в устной и письменной формах:

дискутировать о гибкости в организации работы в условиях концепции Работа 4.0; рассуждать о трансформации секторов экономики и её влияние на занятость и виды деятельности в мире труда; распознавать потребности и интересы собеседника и отталкиваться от них в процессе диалога; делать сообщения о создании новых рынков и новых форм работы через цифровые платформы; выражать свою точку зрения, конструктивно высказываться о взаимосвязи между использованием человеческого и машинного труда; делать сообщения о выборе стратегии гибких условий работы; уметь обосновывать выбранную стратегию; подготовка сообщения по предложенной теме.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Основы биологии рака и современные методы терапии**

#### **Цель дисциплины:**

понимание биологических аспектов появления и развития рака, а также современных методов терапии.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний об онкологических заболеваниях, их причинах и молекулярных механизмах развития;
- приобретение теоретических знаний о классических и современных методах терапии рака, включая подходы к «персонализированной» терапии.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия и аспекты, связанные с возникновением рака, его развитием, а также физиологическими и молекулярно-биологическими особенностями раковых опухолей;
- современные проблемы, связанные с лечением раковых опухолей;
- принципы и подходы, направленные на разработку и тестирование новых терапевтических подходов и лекарств.

##### **уметь:**

- ориентироваться в молекулярных механизмах опухолеобразования;
- оперировать полученными знаниями и понятиями в будущей научно-исследовательской работе;
- адекватно оценивать потенциальные перспективы новых методов терапии рака;
- устанавливать причинно-следственные связи между биологическими аспектами развития рака и современными методами терапии и диагностики, которые всё сильнее совершенствуются.

**Владеть:**

- молекулярно-биологической и биомедицинской терминологией, связанной с аспектами биологии рака;
- навыками освоения большого объема информации и понимания биологических процессов, связанных с раком;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых знаний.

**Темы и разделы курса:**

## 1. Введение в биологию рака

Понятие о раке. Особенности доброкачественных и злокачественных опухолей. Классификация раковых опухолей. Статистика по частоте и 5-летней выживаемости. Свойства раковых опухолей.

## 2. Повреждение и репарация ДНК. Мутации, онкогены и опухолевые супрессоры

Типы повреждений ДНК и повреждающие факторы. Системы репарации одно- и двуниевых разрывов. Клеточный цикл и «точки проверки». Классификация мутаций. Понятие об онкогенах и опухолевых супрессорах. Наследование мутаций.

## 3. Роль онковирусов и эпигенетических изменений в развитии рака

Типы онковирусов. Влияние онковирусов на стабильность клеточного генома. Эпигенетические изменения, их роль в раковом мутагенезе. Эпиканцерогены. Влияние эпигенетических изменений на экспрессию микроРНК и активность мобильных элементов.

## 4. Онкоэволюция и генетическая гетерогенность опухолей. Стволовые раковые клетки

Понятие об «онкоэволюции». Стволовые раковые клетки. Клеточное (репликативное) старение. Теломерный кризис. Преодоление теломерного кризиса раковыми клетками. Хромотрипсис.

## 5. Рецепторы и сигнальные пути в опухолях

Обзор рецепторов и сигнальных путей, играющих активную роль в функционировании раковых клеток.

## 6. Молекулярные механизмы инвазии и метастазирования

Понятия инвазии и метастазирования. Типы клеточных контактов. Эпителиально-мезенхимальный переход. Сигнальные пути, вовлеченные в миграцию раковых клеток. Внеклеточный матрикс, его компоненты и роль в прогрессии рака. Образование пре-метастатических ниш и роль экзосом в этом процессе.

#### 7. Метаболизм раковых клеток

Мутации и сигнальные пути, оказывающие влияние на метаболизм раковых клеток. Роль гипоксии. Ключевые отличия метаболизма раковых клеток. Эффект Варбурга.

#### 8. Ангиогенез опухолей. Физиологические особенности солидных опухолей

Различия нормального и патологического ангиогенеза. Роль гипоксии в стимуляции роста сосудов. Особенности морфологии опухолевых сосудов. Физиологические особенности солидных опухолей.

#### 9. Воспалительные процессы в опухоли. «Иммунный надзор»

Как иммунная система распознаёт опухолевые клетки? Компоненты врождённого и адаптивного иммунитета, осуществляющие «иммунный надзор».

#### 10. Механизмы избегания иммунного надзора

Механизмы избегания иммунного надзора. Диалог раковых клеток с компонентами стромы и иммунными клетками. Роль воспаления в промотировании рака.

#### 11. Патогенез и ключевые молекулярные события при развитии различных опухолей

Рассмотрение ключевых мутаций, сигнальных каскадов и роли воспаления в развитии рака молочной железы, предстательной железы, немелкоклеточной карциномы лёгкого, дуктальной аденокарциномы поджелудочной железы и кожной меланомы.

#### 12. Барьеры для доставки лекарств в опухоли, классификация методов терапии рака

Классификация методов терапии рака. Методы введения лекарств. Внеклеточные и внутриклеточные барьеры для доставки лекарств. Физиологические особенности, ограничивающие распространение лекарств в ткани опухоли.



### 13. Классические методы терапии, механизмы действия цитостатиков

Хирургия, лучевая терапия, гормональная терапия. Химиотерапия, классы химиотерапевтических препаратов. Механизмы действия цитостатиков.

### 14. Механизмы устойчивости раковых клеток к химиотерапии. Поиск новых мишеней

Механизмы устойчивости раковых клеток к химиотерапии. Роль ферментов фазы II и III в детоксикации химиопрепаратов. Таргетная терапия и её перспективы. Терапии, направленные на уничтожение стволовых раковых клеток.

### 15. Иммунотерапевтические стратегии лечения рака

Многообразие иммунотерапевтических подходов. Иммуновакцины. Терапия с помощью антител и цитокинов. CAR-T-клеточная терапия. Адоптивная T-клеточная иммунотерапия. Блокада CTLA-4 и PD-1L. Неоантигены.

### 16. Использование нанолечарств в терапии рака

Эффект «повышенной проницаемости и удерживания». Типы нанолечарств и используемые наноносители и материалы. «Контролируемое выделение» лекарств. Преимущества нанолечарств и их ограничения. Оценка безопасности нанолечарств. Принципы дизайна наноматериалов для доставки лекарств. Перспективы нанолечарств для лечения рака.

### 17. Генная терапия рака

Типы генной терапии. Категории доставляемых нуклеиновых кислот. Вирусные векторы, их преимущества и недостатки. Невирусные векторы: липоплексы, полиплексы, LNP. Клинический статус генно-терапевтических противораковых препаратов.

### 18. Методы, используемые для диагностики раковых опухолей

Классические и современные методы диагностики рака. Обзор методов диагностики. Принципы методов. Виды томографии: МРТ, КТ, ПЭТ, ОФЭКТ, их принципы. Использование радиоизотопов и наночастиц для диагностики рака.

## 19. Модели для экспериментального тестирования противораковых препаратов

Предсказательная ценность моделей. Клеточные 2D модели. Клеточные 3D модели: сфероиды, органоиды, проточные модели «орган-на-чипе». Животные модели: сингенные опухоли, ксенографты, PDX.

## 20. Стратегии для «персонализированной» терапии рака

Принципы «персонализации» при планировании терапевтической стратегии. Онкомаркеры, их роль в планировании лечения. Использование PDX моделей.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Основы конструирования и моделирования электрохимических источников энергии**

#### **Цель дисциплины:**

- ознакомление студентов с основными принципами функционирования протоннообменных топливных элементов (ПОМТЭ), а также энергетических установок на их основе и автономных энергетических систем.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний и представлений о работе протоннообменных топливных элементов, построении систем контроля, управления и защиты, а также создание на их основе энергетических установок и автономных систем автономной энергетики.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- вид ВАХ идеальных ПОМТЭ и ее изменение при учете внутреннего сопротивления;
- внутренняя структура твердооксидного топливного элемента;
- основные электрохимические процессы, способствующие потерям ПОМТЭ;
- структура внутреннего сопротивления ПОМТЭ;
- методы исследования и анализа структуры внутреннего сопротивления ПОМТЭ;
- стабильность электрохимических характеристик ПОМТЭ и взаимосвязь с фазовыми и микроструктурными изменениями ПОМТЭ;
- тип распределения ионного и электронного токов в пористом электроде, параметры, определяющие сопротивление пористого электрода, вид годографа импеданса пористого электрода;
- понятие химической емкости и емкости двойного заряженного слоя;
- современное состояние области науки, посвященной разработке функциональных материалов для их использования в качестве компонентов ПОМТЭ;
- основные методы исследования ПОМТЭ, электродных процессов и функциональных материалов;

- основные методы исследования материалов ПОМТЭ с использованием растровых и просвечивающих электронных микроскопов;
- классификация мембранно-электродных узлов по геометрии и опорному элементу;
- основные способы изготовления конструктивных элементов ПОМТЭ, область их применения и характеристики получаемых слоев;
- основные технические проблемы, которые предстоит решить при разработке стека ПОМТЭ;
- область применения компьютерного моделирования для задач ПОМТЭ, основные методы моделирования и принципы выбора того или иного метода;
- схемы снабжения батареи ПОМТЭ топливом и воздухом;
- характер зависимости предельного КПД системы от мощности при постоянном коэффициенте использования топлива;
- сущность и закономерности современного гетерогенного катализа;
- закономерности влияния свойств реагентов и продуктов реакции на состояние гетерогенных катализаторов в процессе эксплуатации.

**уметь:**

- критически анализировать информацию о разработках в области твердооксидных топливных элементов;
- рассчитать ЭДС топливного элемента при заданных условиях;
- рассчитать напряжение на идеальном топливном элементе при заданном токе и внешних условиях;
- провести анализ структуры внутреннего сопротивления ПОМТЭ по набору экспериментальных данных;
- сопоставить данные электрохимических исследований, полученные при различных режимах работы ПОМТЭ, и определить на их основе процесс, ограничивающий эффективность ПОМТЭ;
- интерпретировать спектры импеданса электродов и определять на их основе направления оптимизации электродов;
- прогнозировать поведение физико-химических свойств материалов в условиях изготовления и эксплуатации ПОМТЭ;
- критически проанализировать литературные данные по испытаниям моделей ПОМТЭ на нетрадиционных материалах;
- описать основные методы исследования ПОМТЭ, электродных процессов и функциональных материалов;
- описать основные методы анализа материалов ПОМТЭ с помощью сканирующего и просвечивающего электронных микроскопов, описать основные узлы и работу детекторов;

- рассчитать ВАХ неидеальных ПОМТЭ с линейным омическим сопротивлением;
- выбрать модель решения проблем, возникающих при разработке ПОМТЭ;
- рассчитать предельную эффективность системы для заданного топлива и условий работы батареи ПОМТЭ;
- разбираться в основных типах каталитических систем, имеющих большое значение для топливных элементов;
- применять основные законы химии для обсуждения свойств и характеристик гетерогенных каталитических систем.

**владеть:**

- теоретические знания современного уровня развития ПОМТЭ;
- методы интерпретации данных, полученных электрохимическими методами исследования ПОМТЭ;
- методология современных методов исследования внутренней структуры сопротивления ПОМТЭ;
- теоретические знания, необходимые для прогнозирования возможности использования различных групп соединений в качестве компонентов ПОМТЭ;
- общее представление об основном наборе подходов и методов исследования ПОМТЭ, электродных процессов в них, а также функциональных материалов;
- знание принципов работы микроскопов, используемых при анализе материалов ПОМТЭ (сканирующий и просвечивающий электронный);
- теоретические знания основных методов изготовления конструктивных элементов ПОМТЭ;
- методы одномерного моделирования электродов на уровне ПОМТЭ;
- основные принципы методики составления компьютерной модели;
- основные подходы к проектированию стеков ПОМТЭ;
- система знаний о гетерогенном катализе и механизмах, лежащих в основе реакций конверсии топлива в водородсодержащий газ для топливных элементов;
- навыки анализа методологических проблем, возникающих при решении научно-практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.

**Темы и разделы курса:**

1. Топливные элементы с полимерным электролитом (ПОМТЭ) и их применение

Как работают ПОМТЭ. Типы топливных элементов с мембраной из полимерного электролита. Основные преимущества и недостатки различных типов топливных элементов. Принцип работы топливных элементов с полимерным электролитом, принципиальная схема. Основные преимущества и недостатки технологии по сравнению с

другими технологиями получения электрической и тепловой энергии из первичных источников энергии (топлива). Место ПОМТЭ среди других технологий генерации. Одиночные мембранно-электродные сборки ПОМТЭ, пакеты ПОМТЭ (сборки, блоки), электростанции.

Рынок топливных элементов в разрезе разных регионов мира, типовые диапазоны мощностей, типовые области применения.

Практический урок по общим принципам топливных элементов с полимерным электролитом, нишам их применения.

## 2. Термодинамика ПОМТЭ

Первый закон термодинамики в случае обратимой электрохимической реакции. КПД процесса выработки электроэнергии на топливном элементе. Коэффициент использования топлива/окислителя. Связь ЭДС обратимой электрохимической реакции с изменением термодинамических потенциалов. Уравнение Нернста. ЭДС обратимой реакции окисления  $H_2$  и  $CH_3OH$  в зависимости от температуры и давления. Вольт-амперная характеристика идеального топливного элемента.

Практический урок по термодинамике ПОМТЭ.

## 3. Мембраны для ПОМТЭ, особенности работы ПОМТЭ в зависимости от типа мембраны

Жидкие, керамические, полимерные и композиционные электролиты, катионообменные и анионообменные мембраны для низкотемпературных топливных элементов. Возможности использования различных типов электролитов в топливных элементах. Влияние свойств электролитов на характеристики ПОМТЭ. Особенности работы ПОМТЭ в зависимости от типа мембраны: топлива и условий работы.

Практическое занятие по влиянию типа мембраны на свойства ПОМТЭ.

## 4. Топливо для ПОМТЭ

В топливных элементах с мембраной из полимерного электролита могут использоваться различные виды топлива. Водород, метанол и другие топлива для ПОМТЭ: особенности протекания электрохимических реакций и физико-химических процессов в зависимости от вида топлива и типа электролита. Типы катализаторов для окисления различных видов топлива.

Практический урок по различным видам топлива для ПОМТЭ.

## 5. Структура внутреннего сопротивления ПОМТЭ

Эффективность работы ПОМТЭ напрямую зависит от величины его внутреннего сопротивления. Требование бесперебойной длительной работы энергоустановки на основе ПОМТЭ приводит к дополнительному требованию стабильности характеристик ПОМТЭ во времени. Одиночная ячейка современного ПОМТЭ представляет собой многослойный (7-

10 слоев) сложный пакет, каждый из конструктивных элементов которого вносит свой вклад в общее внутреннее сопротивление. Основные потери в ПОМТЭ связаны с окислительно-восстановительными реакциями.

Лекции по структуре внутреннего сопротивления ПОМТЭ содержат следующие тематические блоки: структура ТОТЭ и основные функции конструктивных элементов ПОМТЭ; электрохимические процессы, протекающие в отдельных структурных элементах ПОМТЭ, и их вклад в общее внутреннее сопротивление ПОМТЭ; подходы и методы анализа структуры внутреннего сопротивления ПОМТЭ; стабильность внутреннего сопротивления ПОМТЭ и основные факторы, влияющие на стабильность характеристик.

Практический урок по структуре внутреннего сопротивления ПОМТЭ.

## 6. Электроды и электродные материалы для ПОМТЭ

Типы электродов для ПОМТЭ. Влияние материалов катализаторов на механизм и кинетику электрохимических реакций, протекающих на электродах. Особенности условий работы электродов ПОМТЭ. Требования к физико-химическим свойствам: пористость, гидрофобные и гидрофильные свойства, химическая и электрохимическая стабильность.

Практическое занятие по электродам и электродным материалам для ПОМТЭ.

## 7. Функциональные компоненты ПОМТЭ

Основные требования к материалам и компонентам: электролит, электроды, газодиффузионные слои, биполярные пластины. Электронная, ионная, суммарная проводимость компонентов. Электрохимическая поляризация, ее виды, причины возникновения, методы измерения. Влияние параметров компонентов на КПД, удельную мощность и устойчивость.

Практический урок по функциональным материалам ПОМТЭ.

## 8. Особенности газотранспорта и водного менеджмента в ПОМТЭ

Газотранспорт и водный менеджмент – одна из ключевых особенностей эффективной работы ПОМТЭ. Топливо и окислитель должны быть эффективно подведены к электрокатализатору, а продукты реакции должны быть эффективно удалены. Эффективность этих процессов зависит от пористости электрода, свойств газодиффузионных слоев и биполярных пластин и полей их течения.

Практическое занятие по транспорту газа и водному хозяйству ПОМТЭ.

## 9. Методы исследования ПОМТЭ

Основные методы исследования твердооксидных топливных элементов. Исследование вольт-амперных и мощностных характеристик. Импедансная спектроскопия. Различные виды вольтметрических методов и другие электрохимические методы. Микроскопические методы исследования. Основные методы исследования электродных процессов в ПОМТЭ.

Исследование поляризации электродов. Изучение эффективности электрокатализаторов и механики реакций. Газовый кроссовер и водное хозяйство.

Практическое занятие по методам исследования ПОМТЭ.

#### 10. Деградация компонентов ПОМТЭ

Основные причины деградации топливных элементов с полимерным электролитом. Деградация электрокаталитических материалов: снижение эффективности катализатора, окисление носителя катализатора, деградация каталитического слоя. Деградация мембраны. Деградация биполярных пластин: окисление границы раздела биполярная пластина/газодиффузионный слой.

Практический урок по деградации компонентов ПОМТЭ.

#### 11. Практическая реализация мембранно-электродных сборок ПОМТЭ

Мембранно-электродные сборки являются основой технологии ПОМТЭ. Существует несколько подходов к реализации ПОМТЭ. Особое внимание будет уделено методам изготовления всех слоев мембранно-электродных сборок ПОМТЭ. Выделяют четыре основные группы методов изготовления конструктивных элементов ТОТЭ: напыление, трафаретная печать, dr.blade и др. Будут выделены области применения каждого из методов и возможные характеристики получаемых слоев.

#### 12. Одномерная модель ПОМТЭ и стеков ПОМТЭ. Практическая реализация стеков ПОМТЭ

Вывод уравнения для коэффициента использования топлива по руслу. Эффективное внутреннее сопротивление идеального ПОМТЭ. Зависимость вольт-амперной характеристики ПОМТЭ от его сопротивления. Учет нелинейной поляризации электродов и диффузионных потерь – расчет с помощью специализированного программного обеспечения.

Задачи, возникающие при проектировании стека ПОМТЭ. Способы герметизации, создания электрического контакта. Геометрические варианты.

Практический урок по одномерной модели ПЭМТЭ и стека ПЭМТЭ, а также по практической реализации стеков ПЭМТЭ.

#### 13. Применение компьютерного моделирования к задачам ПОМТЭ

Область применения компьютерного моделирования для задач ПОМТЭ. Примеры задач, решаемых моделированием. Моделирование мембранно-электродной сборки. Моделирование топливного элемента. Основные методы упрощения модели.

Выбор размерности проблемы. Использование симметрий. Метод последовательных приближений. Метод эффективных медиа. Выделение существенных степеней свободы. Моделирование стека топливных элементов.



Блок-схема модельной задачи. Краткий обзор некоторых пакетов программного обеспечения для моделирования.

Практический урок по применению компьютерного моделирования к задачам ПОМТЭ.

#### 14. Интеграция стеков ПОМТЭ в энергоустановки

Основные схемы снабжения топливом батареи ПОМТЭ: простая, с рециклом водорода, продувкой водородом. Основные схемы снабжения батареи ПОМТЭ воздухом: ТЭ с открытым катодом, ТЭ с закрытым катодом. Расчет предельной эффективности системы на основе ПОМТЭ. Зависимость КПД и тепловыделения от отбираемой мощности. Системы воздушного и жидкостного охлаждения.

Практический урок по интеграции стека PEMFC в электростанции.

#### 15. Моделирование энергоустановок на основе ПОМТЭ

Одномерное моделирование энергоустановок на топливных элементах с полимерным электролитом. Моделирование стеков топливных элементов и вспомогательных систем. Взаимосвязь параметров компонентов силовой установки. Основные параметры моделирования и моделирования программного обеспечения.

Практическое занятие по моделированию энергоустановок на основе ПОМТЭ.

#### 16. Суперконденсаторы (ионисторы), литиевые аккумуляторы, топливные элементы. Устройство и особенности конструкций

Устройство и конструкционные особенности суперконденсаторов, топливных элементов и литиевых аккумуляторов. Особенности работы каждого из типов ХИТ, отличия ХИТ друг от друга. Сферы применения различных ХИТ исходя из их типа и конструктивных особенностей. Достоинства и недостатки ХИТ для различных сфер применений.

Семинары:

Сопоставление характеристик суперконденсаторов, топливных элементов и литиевых аккумуляторов по удельной мощности и энергоемкости. Оценка возможности применения в составе различных устройств.

#### 17. Типы электролитов и особенности работы с ними

Жидкие, твердые, полимерные, композиционные, гель и др. электролиты для суперконденсаторов, топливных элементов и литиевых аккумуляторов. Возможности использования того или иного типа электролита в составе ХИТ различного типа. Влияние свойств электролитов на характеристики ХИТ. Проводимость электролита - методы исследования, влияние воды, влагосодержания, толщины слоя, модификатора.

Семинары:

Определение возможности использования выбранного типа электролита для суперконденсаторов, топливных элементов или литиевых аккумуляторов. Оценка влияния свойств электролита на характеристики ХИТ.

18. Электродные материалы для суперконденсаторов, литиевых аккумуляторов и топливных элементов. Особенности и способы получения

Виды электродов для суперконденсаторов. Влияние свойств материалов электродов на емкость и зарядно-разрядные характеристики конденсаторов. Способы характеристики. Анодные материалы для литиевых аккумуляторов. Типы используемых материалов, способы повышения безопасности, емкости, обратимости, рабочих токов. Катодные материалы для литиевых аккумуляторов. Типы используемых материалов, способы повышения безопасности, емкости, обратимости, рабочих токов. Способы характеристики катодных и анодных электродов. Электроды для твердополимерных топливных элементов. Особенности условий работы, требования к физико-химическим свойствам. Способы характеристики. Способы получения электродов ХИТ в зависимости от их физико-химических характеристик. Их достоинства и недостатки. Спрей-напыление, вакуумное напыление, магнетронное напыление, трафаретная печать, экструзия, нанесение на бункерно-ракельной установке. Управление свойствами получаемых электродов изменением условий получения.

Семинары:

Приготовление электродов для литиевого аккумулятора и суперконденсатора. Условия работы. Оборудование. Требования.

Приготовление катализатора и создание электродов для ТПТЭ – твердополимерного топливного элемента. Роль иономера. Способы синтеза. Методы характеристики. Используемое оборудование. Условия приготовления. Оценка характеристик ХИТ в зависимости от типа используемых электродов.

19. Методы исследований характеристик суперконденсаторов, литиевых аккумуляторов и топливных элементов

Методы и подходы к исследованию материалов (электродные материалы, катализаторы, электролиты), используемых для создания суперконденсаторов, топливных элементов и литиевых аккумуляторов. Методы исследования характеристик компонентов ХИТ (электродных слоев, электролитов): определение удельной емкости или электрокаталитической активности, исследование стабильности. Исследование характеристик ХИТ: определение удельной энергоемкости, максимальной мощности, определение ресурса, исследование влияния внешних условий на характеристики ХИТ.

Семинары:

Разработка комплекса методов для исследования, выбранного типа ХИТ от материалов до устройства. Расчет характеристик выбранного типа ХИТ.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Основы проектирования энергосистем**

#### **Цель дисциплины:**

- формирование у обучающихся знаний основных принципов проектирования сложных физических систем, освоение принципов моделирования и системного проектирования, развитие компетенций в области системной разработки, планирования, реализации научно-технических разработок. Получение теоретических знаний и практических навыков в области современных подходов цифрового проектирования и моделирования.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний в области основ модельно-ориентированного системного инжиниринга, системной разработки, проектирования, жизненного цикла изделий, стандартизации, организации, управления профильных систем деятельности;
- освоение методов и подходов в области проектирования, создания и применения технических систем и комплексов на примере подробного разбора конкретных задач;
- освоение навыков самостоятельной сбора исходных данных, постановки задачи, предварительных оценок, анализа текущего уровня развития технологий моделирования, проектирования и применения сложных физических систем, а также химических источников тока.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные понятия и принципы модельно-ориентированного системного инжиниринга и проектирования;
- основные стадии жизненного цикла научно-технического продукта в области накопителей энергии, опорные архитектуры целевых систем;
- структуру и архитектуры систем деятельности в области накопителей энергии;
- современные отечественные и зарубежные стандарты в области проектирования, контроля качества и управления проектами.

##### **уметь:**

- оценивать уровень готовности технологий в области накопителей энергии;
- осуществлять декомпозицию системы и/или проекта, составлять схему деления и прогнозировать жизненный цикл научно-технической продукции;
- формировать архитектуру систему деятельности для сложных физических систем.

**владеть:**

- методами модельно-ориентированного системного инжиниринга и параметризации сложных физических систем;
- методами планирования и управления деятельностью по разработке и применению сложных физических систем;
- навыками самостоятельного ориентирования в предметной научно-технической и патентной информации.

**Темы и разделы курса:**

1. Введение в курс, материалы, методы, инструменты и правила организации обучения на курсе

Мировая история инжиниринга. Введение в системный инжиниринг Совмещение и интеграция инжиниринга продукта и инжиниринга систем деятельности. Развитие системного инжиниринга на современном этапе.

2. Введение в инженеррию, основные понятия о механизмах и машинах

Инженерия: определение и области применения. Основные принципы работы механизмов и машин. Классификация механизмов и машин. Примеры типовых механизмов и машин. Кинематика и динамика механизмов. Принципы проектирования механизмов и машин. Роль инженеров в разработке и совершенствовании механизмов и машин. Проблемы и вызовы в инженерии для разработки сложных физических систем. Тенденции и новации в инженерии.

3. Стандартизация изделий, конструкторская и технологическая документация

Основные понятия и определения. Нормы и правила стандартизации. Участники и органы стандартизации. Виды стандартизации. Задачи и принципы стандартизации. Конструкторская документация: основные требования и ее состав. Стандартные элементы конструкторской документации. Обозначения и общие правила оформления конструкторской документации. Основные требования к технологической документации. Оформление технологической документации. Нормы и правила подготовки проектной и рабочей документации. Роли и обязанности конструкторов и технологов в подготовке

документации. Использование стандартизации и документации в производственном процессе. Контроль и управление качеством в соответствии с документацией.

#### 4. Введение в цифровое проектирование

Что такое цифровое проектирование. Основные принципы и концепции цифрового проектирования. Инструменты цифрового проектирования. Виды и направления цифрового проектирования. Процесс цифрового проектирования. Технические требования и стандарты в цифровом проектировании. Примеры. Перспективы и направления развития цифрового проектирования. Роль цифрового проектирования в современной индустрии и бизнесе.

#### 5. Модельно – ориентированный системный инжиниринг

Введение в модельно-ориентированный системный инжиниринг. Основные концепции и принципы модельно-ориентированного системного инжиниринга. Алгоритмы моделирования. Проектирование и разработка моделей. Применение модельно-ориентированного системного инжиниринга в различных отраслях. Инструменты и технологии, используемые в модельно-ориентированном системном инжиниринге. Примеры успешной реализации модельно-ориентированного системного инжиниринга.

#### 6. Концептуальное проектирование сложных физических систем

Понятие концептуального проектирования сложных физических систем. Определение целей проекта и требований к изделию. Анализ существующих решений и технологий. Разработка концепции проекта. Определение компонентов и подсистем изделия. Выбор и проектирование структуры системы. Проектирование интерфейсов и взаимодействия между компонентами. Оценка и анализ возможных рисков и проблем. Разработка плана и расписания проекта. Создание прототипов, модельных стендов и тестирование системы. Оценка проекта и его оптимизация. Разработка документации и инструкций для использования системы. Реализация и внедрение проекта. Поддержка и сопровождение системы после внедрения.

#### 7. Основы моделирования физических процессов

Введение в моделирование физических процессов. Основные методы и подходы к моделированию. Математические модели физических процессов. Компьютерное моделирование физических процессов. Валидация и верификация моделей физических процессов. Программные инструменты для моделирования физических процессов. Примеры моделирования физических процессов.

#### 8. Моделирование тепловых процессов

Тепловой баланс и теплообмен. Моделирование теплопроводности и теплопередачи. Моделирование конвективного теплопереноса. Моделирование теплоизлучения. Моделирование тепловых массообменных процессов. Моделирование теплоаккумуляции и теплораспределения. Моделирование тепловых процессов в инженерных системах. Методы численного моделирования тепловых процессов.

#### 9. Расчет надежности элементов сложных физических систем

Определение понятия надежности и ее роль в сложных физических системах. Расчет вероятности безотказной работы элементов с помощью статистических методов. Расчет надежности элементов с использованием теории надежности и математического анализа. Оценка и прогнозирование надежности сложных физических систем на основе данных о надежности ее компонентов. Использование моделирования и симуляции для анализа надежности элементов сложных физических систем. Факторы, влияющие на надежность элементов сложных физических систем. Методы испытаний и проверки надежности элементов сложных физических систем.

#### 10. Прочностные расчеты конструкций

Основные понятия и определения в прочностных расчетах конструкций. Механика деформируемого твердого тела. Теория упругости – основные понятия. Критерии прочности и разрушения материалов. Схемы и модели конструкций. Способы определения внутренних усилий в конструкциях. Расчет прочности элементов конструкций на растяжение, на сжатие, на изгиб, на кручение. Расчет прочности сварных соединений. Расчет пространственных конструкций. Расчет прочности конструкций при учете изменения температуры. Расчет прочности конструкций на усталость. Особенности прочностных расчетов различных видов конструкций. Применение компьютерных программ для прочностных расчетов.

#### 11. Вычислительные методы в моделировании процессов

Основы вычислительных методов в моделировании процессов. Моделирование динамических систем. Решение дифференциальных уравнений в моделировании процессов. Численные методы решения уравнений. Использование методов конечных элементов в моделировании. Методы Монте-Карло в моделировании процессов. Алгоритмы оптимизации в моделировании процессов. Симуляционное моделирование и его применение в науке и инженерии. Вычислительные методы в моделировании физических процессов. Методы машинного обучения и искусственного интеллекта в моделировании процессов.

#### 12. Конечно-разностные расчеты в физическом моделировании механики

Введение в конечно-разностные методы. Основы физического моделирования в механике. Математические основы конечно-разностных методов. Вычислительные аспекты и алгоритмы конечно-разностных расчетов. Понятие жесткой задачи Коши для систем обыкновенных дифференциальных уравнений (ЖС ОДУ). Методы численного решения жестких систем ОДУ: одношаговые (неявные методы Рунге-Кутты, методы Розенброка) и многошаговые (формулы дифференцирования назад).

#### 13. Конечно-разностные расчеты в моделировании тепловых процессов

Уравнение переноса. Уравнение теплопроводности. Задача Коши для системы ОДУ. Разностные методы решения задач, описываемых дифференциальными уравнениями в частных производных. Методы построения аппроксимирующих разностных уравнений для уравнений в частных производных. Аппроксимация, устойчивость, сходимость. Приемы исследования разностных задач на устойчивость.

#### 14. Конечно-разностные расчеты в моделировании жидкостной и газовой динамики

Решение уравнений Навье-Стокса с использованием конечно-разностных методов. Моделирование турбулентности с помощью конечно-разностных методов.

## 15. Параметризация и математическое моделирование систем

Введение в параметризацию и математическое моделирование сложных физических систем. Математические методы для параметризации и моделирования. Сложные физические системы и их особенности. Статистическая параметризация и моделирование. Оптимальное управление и параметризация сложных систем. Примеры применения параметризации и моделирования в различных областях (физика, химия, техника и др.). Вычислительные методы и инструменты для параметризации и моделирования. Структура данных. Обработка экспериментальных данных и верификация моделей. Валидация моделей и их применение для прогнозирования и оптимизации.

## 16. 1D проектирование сложных физических систем

Концепция и структура 1D моделирования сложных физических систем. Методы анализа и синтеза 1D моделей сложных физических систем. Применение 1D проектирования в различных отраслях и областях. Особенности применения 1D проектирования в автомобилестроении. Инструменты и программные средства для 1D проектирования сложных физических систем. Анализ результатов и валидация 1D моделей сложных физических систем. Расчетные модули и их связь со структурой данных.

## 17. Основы электротехники

Электротехнические устройства постоянного тока и области их применения. Условные графические обозначения электротехнических устройств постоянного тока. Понятие электрической цепи. Линейные элементы электрических цепей. Источники и приемники электрической энергии. Законы Ома и Кирхгофа. Режимы работы источника электрической энергии. Схемы замещения электротехнических устройств постоянного тока. Резистивные элементы, источники ЭДС и токов, их свойства и характеристики. Условные положительные направления электрических величин на схемах электрических цепей.

## 18. Проектирование энергоустановок

Формирование требований к изделию. Формирования технического задания. Разработка концептуального проекта. Схема деления. Компоненты энергоустановок. Расчеты и симуляция работы энергоустановок. Управление и контроль процессов. Требования безопасности. Проектирование специализированных энергоустановок (например, солнечных, ветровых, гидроэнергетических и др.). Аспекты экономической эффективности и устойчивости энергоустановок. Проектирование химических источников тока и батарей на их основе.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Отдельные главы физической химии и электрохимии**

#### **Цель дисциплины:**

- формирование у обучающихся специализированных представлений о принципах работы, основных физико-химических и кинетических законах, их специфике в приложении к электрохимическим системам для понимания процессов и принципов работы электрохимических источников энергии.

#### **Задачи дисциплины:**

- углубление базовых и формирование специализированных знаний и представлений о принципах работы, основных процессах и их механизмах и теоретическом описании, лежащих в основе современных электрохимических источников энергии, о материалах, используемых для их изготовления.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные понятия и законы физической химии: химическая термодинамика, кинетика, гетерогенные реакции, катализ, адсорбция, биокатализ;
- законы, лежащие в основе работы электрохимических источников энергии (ЭХИТ);
- теоретические основы методов, используемых для характеристики ЭХИТ;
- основные поисковые системы, базы данных и ведущие периодические издания по материалам и процессам в ЭХИТ.

##### **уметь:**

- выполнять термохимические расчеты, анализ и расчеты фазового состава, расчеты скорости химических реакций и адсорбционного равновесия;
- объяснять принципы работы различных ЭХИТ, кинетику и термодинамику процессов на электродах, выбирать методы их характеристики, - анализировать результаты электрохимических испытаний;



- анализировать научную литературу с целью выбора информации о работе, перспективах и характеристиках различных материалов для ЭХИТ.

**владеть:**

- владеть навыками работы с методами термохимии, электрохимии, физико-химического анализа, обработки графических зависимостей для определения некоторых физико-химических величин, использования справочной литературы;

- основными электрохимическими теориями и концепциями, описывающими процессы на электродах и принципы работы ЭХИТ;

- основными электрохимическими методами характеристики материалов для ЭХИТ;

- навыками к интерпретации и обсуждения результатов проведенного исследования, основываясь на современной литературе по электрохимии материалов для ЭХИТ.

**Темы и разделы курса:**

1. Введение в курс

Структура курса " Отдельные главы физической химии и электрохимии". Рекомендуемые учебные материалы. Проблемы освоения. Основные принципы превращения химической энергии в электрическую. Связь дисциплины с дисциплинами Программы.

2. Общие понятия физической химии

Предмет и задачи физической химии, ее связь с другими науками и роль при изучении специальных дисциплин. Основные понятия термодинамики. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия.

3. Химическая термодинамика и термохимия

Энтальпия. Теплоемкость, ее зависимость от температуры. Применение I закона термодинамики к химическим процессам. Тепловые эффекты химических реакций. Закон Гесса. Стандартные теплоты образования и сгорания соединений. Следствия из закона Гесса. Закон Кирхгофа.

4. Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Основные термодинамические потенциалы

Применение первого закона термодинамики к идеальным газам. Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. II закон термодинамики. Энтропия. Принцип возрастания энтропии. Объединенные выражения I и II законов термодинамики. Статистический характер II закона термодинамики. Термодинамические потенциалы (свободная энергия Гиббса и Гельмгольца). Связь термодинамических потенциалов с работой. Критерии возможности протекания самопроизвольного процесса и равновесия в неизолированных системах. Химический потенциал, его зависимость от давления. Условия равновесия и возможности самопроизвольного протекания процессов при постоянных  $p$  и  $T$ .

5. Термодинамика растворов. Растворы электролитов

Термодинамика растворов. Растворы. Растворы газов в жидкостях. Идеальные растворы. Химический потенциал компонентов раствора. Способы выражения состава растворов. Расчеты концентрации растворов. Изменения энтальпии растворения. Понятие о растворах электролитов. Ионные взаимодействия. Сильные и слабые электролиты. Константы диссоциации.

6. Химическое равновесие. Влияние температуры. Зависимость энтропии от температуры

Понятие о термодинамическом равновесии. Условия равновесия и возможности самопроизвольного протекания процессов при постоянных  $p$  и  $T$ . Изотерма и изобара Вант-Гоффа. Связь константы равновесия с энергией Гиббса. Влияние температуры на смещение равновесия.

7. Химическая кинетика. Основные законы. Порядок реакции. Определение порядка реакции. Сложные реакции

Скорость химических реакций. Молекулярность и порядок реакции. Законы формальной кинетики для реакций первого, второго, третьего и  $n$ -го порядков. Сложные реакции. Зависимость скорости химических реакций от температуры. Уравнение Аррениуса. Энергия активации. Теория активных столкновений. Теория промежуточного активного комплекса. Понятие о цепных реакциях. Реакции с неразветвленными и разветвленными цепями. Кинетика цепных реакций. Особенности кинетики разветвленной цепной реакции. Цепной взрыв. Полуостров воспламенения. Цепные реакции и процесс горения.

8. Поверхностные явления. Адсорбция. Изотермы адсорбции. Гетерогенная кинетика

Поверхностные явления. Явление адсорбции. Природа сил адсорбционного взаимодействия. Адсорбция газов на твердых поверхностях. Изотермы адсорбционного равновесия Генри, Ленгмюра. Зависимость адсорбции от температуры. Поверхностные свойства растворов. Адсорбционная формула Гиббса. Особенности строения поверхности раздела фаз. Кинетика гетерогенных реакций.

9. Понятие о катализе. Специфика биокатализа

Катализ. Катализаторы и ингибиторы. Энергия активации в каталитических реакциях. Гетерогенный катализ. Теории кинетики в гетерогенном катализе. Каталитические и ферментативные процессы. Кинетика ферментативных процессов.

10. Общие представления об электрохимических системах. Представление о строении межфазных границ электрод/электролит

Электроды и электродные реакции. Структура межфазной границы заряженный металл/раствор электролита. Составляющие гальвани-потенциала. Поверхностные и межфазные слои. Электрическое строение межфазных слоев. Структура двойного электрического слоя. Адсорбция в электрохимических системах. Современное описание ДЭС для случая специфической и неспецифической адсорбции. Избыточная поверхностная энергия наноразмерных частиц. Платиновый электрод. Заряд поверхности. Адсорбция водорода и других веществ. Представление о вольтамперных характеристиках. Емкостные токи и токи фарадеевских реакций. Обратимые и необратимые процессы.

11. Термодинамика электродных процессов

Контактные межфазные потенциалы. Гальванические цепи. Напряжение разомкнутой цепи. Два направления тока через гальваническую ячейку. Равновесный и стационарный

потенциал. Неравновесные электродные потенциалы. Потенциал разомкнутой цепи. Токи обмена. Уравнение ЭДС для гальванической цепи. Зависимость электродного потенциала от концентрации и активности. Потенциалопределяющая реакция. Коррозионные процессы. Электродные потенциалы в неводных электролитах. Температурный коэффициент. Влияние рН. Диаграммы Пурбэ. Двух и трехэлектродные электрохимические ячейки. Типы электродов, используемых на практике. Типы используемых в водных и неводных электролитах электродов сравнения. Диффузионный потенциал. Мембрана. Распределение ионов в цепи с мембраной. Расчет ЭДС для разных типов гальванических элементов. Закон Фарадея. Перенос вещества в электролите.

## 12. Общие понятия кинетики электродных процессов

Система знаков для тока. Потоки вещества. Характеристика основных видов проводников. Электродный потенциал при прохождении тока. Скорость электрохимической реакции. Общий и парциальные токи реакции. Активационная и концентрационная поляризации электрода. Диффузионная кинетика. Первый и второй законы Фика. Понятие о диффузионно контролируемых процессах. Обратимые и необратимые реакции. Вращающийся дисковый электрод. Характеристики потоков жидкости. Активационная поляризация. Фарадеевские реакции. Общее кинетическое уравнение. Обратимые и необратимые процессы. Большие и малые поляризации. Уравнение Тафеля. Лимитирующие стадии процесса на электроде. Стационарный режим процесса. Области потенциалов предельного диффузионного тока и кинетики замедленного разряда. Описание кинетики сложных процессов. Обратимые и необратимые реакции. Большие и малые поляризации. Реакции с комбинацией (одной или нескольких) электрохимических и химических стадий. Протонирование и депротонирование, участие продукта электродной реакции в быстрой химической стадии, комплексообразование.

## 13. Материаловедение ЭХИТ

Электроды и электролиты для ЭХИТ. Типы растворителей. Растворимость солей, кислот и оснований. Типы электродов для исследовательских электрохимических ячеек. Требования к противоэлектроду. К электроду сравнения. Особенности электродных материалов. Понятие о фоновом электролите. Требования к материалам электродов и электролитам в ЭХИТ. Неводные растворители. Проводимость в апротонных растворах. Особенности проводимости в полярных электролитах. Твердые электролиты. Методы исследования проводимости твердых и полимерных электролитов. Электроды, обратимые по ионам водорода, лития, натрия, серебра. Особенности интеркаляции и экстракции ионов. Особенности взаимодействия графита с катионами щелочных металлов.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Педагогический дизайн электронных курсов**

#### **Цель дисциплины:**

Познакомить студента с основами эффективной электронной педагогики и производственными аспектами создания электронных курсов.

#### **Задачи дисциплины:**

1. Познакомить обучающегося с форматом электронного обучения вообще и массовыми открытыми онлайн-курсами в частности.
2. Обсудить вопросы применимости электронных курсов в университетских учебных программах и их эффективности в этом качестве.
3. Познакомить обучающегося с понятием педагогического дизайна и основами зарубежных педагогических теорий.
4. Рассмотреть психологические особенности электронного формата обучения.
5. Разобрать модели педагогического дизайна как тактического, так и стратегического уровней.
6. Рассмотреть этапы создания электронного курса: проектирование, разработка, производство, эксплуатация и модернизация.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- формат и виды электронного образования;
- достоинства и недостатки электронной формы обучения;
- особенности массового открытого онлайн-курса;
- историю развития электронных педагогических форм;
- модели педагогического дизайна;
- правила компоновки команды подразделения электронного обучения;
- этапы создания электронного курса.

**уметь:**

- разрабатывать проверочные материалы электронного курса;
- оценивать трудоёмкость создания электронного курса;
- оценивать стоимость создания электронного курса;
- оценивать качество съёмочных материалов для электронного курса.

**владеть:**

- навыками применения моделей педагогического дизайна для проектирования электронного курса;
- способами оценки экономической целесообразности создания курса;
- методами работы с преподавателями при проектировании, разработке и производстве электронного курса.

**Темы и разделы курса:****1. Введение: электронное образование, массовый открытый онлайн-курс (МООК)**

Каковы возможности электронной формы обучения и проблемы ее внедрения в вузах. Что такое массовый открытый онлайн-курс (МООК), цели и задачи создания МООК, целевая аудитория курса, особенности обучения на МООК студентов и профессионалов. Основные платформы и решения, средства обучения в МООКах. Расширение МООКов за счет очно-дистанционной формы. Борьба с «отчужденностью» студента на дистанционном занятии.

**2. Теоретические основы педагогического дизайна**

Понятие "педагогический дизайн". Цели и задачи педагогического дизайна. История вопроса и проблематика: как создать работающий электронный курс. Психологические особенности дистанционного формата: мотивация учеников, отсутствие эмоционального контакта, низкая концентрация на учебе, слабая активность. Образовательные события Роберта Ганье, как тактическая иерархия педагогических задач.

**3. Модели педагогического дизайна**

Классификация педагогических целей Бенджамина Блума: когнитивный, психомоторный и аффективный уровни. Два типа дисциплин: алгоритмические-синтактические-жесткие и индивидуальные-образные-семантические-гибкие. Две модели дизайна учебных программ: прямого и обратного дизайна. Модель педдизайна ADDIE: этапы анализа, проектирования, разработки, внедрения, оценки. Модель педдизайна Agile.

**4. Проектирование МООК и планирование его производства**

Выбор платформы и их особенности. Учет целевой аудитории. Настройка команды создания МООК, работа с авторами, их предварительное обучение. Разметка программы курса: определение целей создания курса, определение результатов обучения на курсе,

выбор модели производства курса, учет трудоемкости обучения на курсе. Длительность роликов. Выбор дизайна курса, дизайн сцен, создание макетов заставок и слайдов. Работа методистов по разработке съемочных презентаций. Согласование презентаций с авторами.

## 5. Производство MOOK

Знакомство авторов курса с процессом производства, предварительная тренировка съемки в студии. Одежда для съемки курса. Порядок съемки учебных модулей. Неудачные учебные видео: виды и причины их появления. Работа с суфлером. Съемка скринкастов. Процесс съемки. Введение съемочного журнала. Черновой монтаж и согласование чернового материала с авторами. Пересъемка и коррекция. Создание субтитров. Разработка проверочных материалов. Создание структуры курса на платформе и заполнение ее учебными и проверочными материалами. Предварительное тестирование курса. Запуск пробных учебных групп. Коррекция курса. Первый год эксплуатации курса. Поддержка курса.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Перформативность кино/театра. Мейнстрим и артхаус**

#### **Цель дисциплины:**

В центре курса – изучение эволюции кино и театра в контексте формирования перформативности второй половины XX – начала XXI веков, которая структурирует многоуровневую символизацию проявлений всех сторон человеческой жизни. Эти знания необходимы для специалиста, по существу, в любой гуманитарной области: современная перформативная эстетика, взаимодействующая с различными областями художественного акционизма, театральной антропологией и поэтикой киномонтажа, в XXI веке стала междисциплинарной областью, поскольку объект её изучения – язык визуальной выразительности – играет важнейшую роль в понимании актуальной трансформации цивилизационных процессов.

#### **Задачи дисциплины:**

- Знание законов и возможностей художественного монтажа как основы эстетического суждения и формы обработки культурной информации;
- представление о влиянии современных когнитивных процессов языкового сознания на эстетические системы современности;
- понимание социокультурных взаимосвязей эстетики с иными сторонами общественной жизни;
- представление о стратегиях эстетической коммуникации;
- понимание символических структур современного искусства;
- развитие мышления образами дифференцированных концептосфер;
- знание основного спектра авторских художественных стратегий современного искусства.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Взаимосвязь основных проблем религии, философии, естествознания и истории; место и значение христианского богословия в общей философской, научной и культурной традиции
- разнообразие парадигм развития искусства;

- современные стратегии эстетической коммуникации;
- предмет и основные понятия перформативной эстетики и постдраматического театра.

#### **уметь:**

- Самостоятельно мыслить; раскрывать внутреннюю взаимосвязь всех видов научного и философского знания и связь их с христианским богословием;
- определять степень влияния современной эстетики на различные сферы социальной действительности;
- уметь распознавать коды различных направлений эстетики перформативности;
- распознавать направления поисков современного театрального и киноязыка;
- определять тип устройства символических связей и характер творческого диалога между различными эстетическими системами.

#### **владеть:**

- Навыками работы с философскими, религиозными и научными текстами;
- навыками описания сходств и различий в категоризации окружающей действительности разными языками искусства;
- методами доказательства влияния «монтажа аттракционов» на художественные концепции современности и эстетическое мышление в целом;
- принципами анализа символических структур в современной эстетике;
- основными методами и приёмами анализа разноуровневых символических связей между эстетическими системами разных эпох, утвердившиеся в перформативной эстетике.

#### **Темы и разделы курса:**

##### 1. Эстетика экрана и опыты сценических искусств

Предмет и задачи курса. Общее представление о киноведческом и театроведческом анализе. История теории кино и театроведения. Формирование целостной картины места кино как культурного феномена. Специфические особенности кино и театра как искусства, средства массовой коммуникации, сферы воспитания и формирования ценностей. Театр и кино как бизнес-сфера. Различие восприятия театра и кино. Возможности взаимного воздействия и взаимодополнения. Взаимосвязи между театральной антропологией, художественным и экранным акционизмом в перформативной эстетике. Концепция Э. Фишер-Лихте. Х.Т. Леман о перформативных основах искусства сцены XX века.

##### 2. Истоки символического жеста на сцене. И его история – от античности до начала XX века

Истоки символического жеста на сцене. И его история – от античности до начала XX века. Основы художественных принципов античного театра как театра символических структур. Ритуализация жеста. Структура пространства античной сцены. Типология масок



древнегреческого театра – гендерная и социальная дифференциация, «божественное» в маске. Уровни взаимодействия сакрального и человеческого в античном театре. Антропогенез античной драмы. Современные опыты возрождения принципов античной трагедии. Пластическая и голосовая выразительность в театральных системах Индии и Японии. Символизация пространства, метафоризация жеста. Преобладание пластики и музыки над словом.

Символическая наполненность жеста в модернистской эстетике. Повышение роли символа и символических связей. Вагнеровский принцип синкретического искусства (Gesamtkunstwerk). Драматургии символизма на современной сцене. Вагнеровская музыкальная драма как пространство для перформативного эксперимента на экране и сцене рубежа XX-XXI вв.

Трансформация восточных театральных систем в искусстве рубежа XX-XXI вв. Метод Тадаши Судзуки – синтез актерского мастерства средневекового театра («Предание о цветке стиля» Д. Мотокиё) и сакрального диалога древнегреческой трагедии.

### 3. Истоки символического жеста на сцене. И его история – от античности до начала XX века

Первые эксперименты киноизображения. Прорыв братьев Люмьер и кинофантастика Ж. Мельеса. Становление монтажно-повествовательного языка (достижения Д.У. Гриффита). Синестезия и синтетическая природа киноискусства. «Творимая реальность» Кулешова. Формирование системы киножанров. Появление феномена кинозвезд.

### 4. Станиславский – Мейерхольд – Эйзенштейн

Режиссура в кино и театре. Классические принципы психологического существования на сцене и экране. В.Э. Мейерхольд в спорах с учением К.С. Станиславского. Биомеханика Мейерхольда. «Ревизор» Мейерхольда – отражение целостного художественного мира автора через трансформацию принципов реализма. Чарли Чаплин, Бастер Китон и ученики Мейерхольда в кино. ФЭКСы.

### 5. Монтаж как тотальный принцип в искусстве. «Монтаж аттракционов»

Основы эстетики киномонтажа. Ритм и смысл в монтажном произведении. Манифесты С. Эйзенштейна. «Монтаж аттракционов» как принцип воздействия на массового зрителя в театре и кино. Циркизация театра. Клиповый и фрагментарный монтаж в киноэстетике. Монтаж и деконструкция телесности. Метод сверхдлинного плана как «антимонтаж» и проявление принципов театра в кино. Немецкий киноэкспрессионизм vs советский монтаж позитивной реальности.

### 6. Эволюция отечественного кино на фоне истории театра

От дореволюционного кино к опыту 1960-х. Проблемы освоения звука в 1930-е гг. Кинематограф Второй мировой войны. Советское кино хрущевской «оттепели». Прорыв на экран молодых талантливых режиссеров. Содержательные и формальные находки. Сергей Бондарчук. Василий Шукшин. Фильмы Отара Иоселиани, Ларисы Шептыко и Киры Муратовой. Творчество Геннадия Шпаликова. Прорывные достижения отечественного театра 1960-х. Обновление Метода Станиславского Г. Товстоноговым и А. Васильевым, зарождение театра «Современник».

1980-е. Кино эпохи Перестройки и бум студийных театров в СССР. Авторское кино Андрона Кончаловского, Алексея Германа, Никиты Михалкова, Киры Муратовой.

#### 7. «Перформативный поворот» и новая эстетика XX века

Рождение «неклассических» систем существования артиста на сцене и экране (М. Рейнхард, Г. Крэг, Б. Брехт, Е. Гротовский, Т. Кантор) в контексте поисков различных областей искусства XX века. Немое кино и новые возможности актера. Артист как сверхмарионетка. Минимализм на экране и сцене, гиперболизация центральных образов, принцип остранения. Современные варианты развития перформативных систем.

#### 8. Киновселенные авторского кино и мейнстрима

Авторские художественные системы в кино и кино «морального беспокойства». Погружение в природу авторства. И. Бергман, Ф. Феллини, А. Тарковский, А. Балабанов, Ларс фон Триер, К. Тарантино. Диалогизм вестерна (американский вестерн / японский дзидайгеки-советский / революционно-приключенческий фильм / спагетти-вестерн). Вселенная кинокомикса.

#### 9. Документальность на экране и сцене

Художественная выразительность документального монтажа в эстетике Д. Вертова. От «Киноглаза» к восприятию киномонтажа как репрезентации образа Вселенной (Ж. Делез). Поэтический монтаж в документалистике А. Пелешяна и Г. Реджио. Формы документального театра XXI века – театр «вербатим» и спектакль-расследование («Человек из Подольска» и «Свидетельские показания» Д. Данилова). Пределы документальности и манипулятивные практики. Документальный фильм и провокативность перформанса («Чешская мечта»).

#### 10. Сценография, визуальная драматургия и эстетика молчания в перформативных искусствах и на экране

Самодостаточная выразительность визуального образа в пластических искусствах и экранной культуре. Минимализм и перформативность. Драматургия молчания. Эстетика сверхдолгого плана и *slow cinema*. Метод коллажа в сценическом и экранном пространствах. Экран и проекционная сценография в современном театре. Пластическая драма (Д. Надж), визуальный перформанс (Р. Уилсон, Р. Лепаж), артист как сверхмарионетка (Ф. Жанти).

#### 11. Музыкализация кино и театра

Воздействие музыкальной эстетики на формирование языка театра и кино – от классической оперы до рэпа. Варианты воздействия музыки на структуру спектакля и фильма. Трансформация роли композитора в искусстве XXI века. Композитор и режиссерские киновселенные (М. Найман, Ф. Гласс, Э. Морриконе, А. Шнитке, Э. Артемьев).

#### 12. Физическое сопresутствие актеров и зрителей

Опыт реконструкции эстетических систем прошлого как пограничная область в экспериментах перформативности. Реконструкция эстетических координат искусства прошлого как акт погружения в иную эпоху. От музыкального и оперного аутентизма к киноаутентизму. Воздействие физических параметров инструментария искусства на

восприятие конкретной эпохи. От музейного образа к актуальной футурологии («Мир Дикого Запада»).

### 13. Аутентизм на экране и сцене

Взаимодействие между сценой/экраном и зрителем в перформативной эстетике. Эксперименты труппы Rimini Protokoll в открытом пространстве. Иммерсивный театр и театр за пределами театрального зала. VR-спектакль и 5D-фильм. Воздействие новых технологий на трансформацию форм диалога актера/автора со зрителем. Театр и вызовы пандемии-2020.

### 14. «Общество спектакля» и социальный театр в киноэстетике

Театр, кино и политика. Язык визуальной манипуляции и его деконструкция. Концепция «общества спектакля» Ги Дебора. Формы социального театра – от советского авангарда 1920-х до акционизма начала XXI века. Элементы театра социального антагонизма на сцене и в общественной жизни. «Квадрат» Р. Эстлунда как отражение перформативного разворота в общественном сознании.

### 15. Экранная эстетика и эстетика перформативности в творчестве крупнейших отечественных режиссеров театра и кино. Феномен «Все везде и сразу»

Уникальные черты проявления эстетики перформативности в творчестве крупнейших отечественных театральных режиссеров (В. Фокин, Ю. Бутусов, Клим и др.), а также киноэкспериментаторов 1990-х (А. Балабанов, А. Зельдович, П. Луцик, А. Саморядов и др.).

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Практикум по применению современных методов анализа омиксных данных**

#### **Цель дисциплины:**

дать студентам наиболее важные представления о математических основах современных алгоритмов, используемых для анализа последовательностей биополимеров, и практические навыки применения методов биоинформатики для анализа и интерпретации биологических данных.

#### **Задачи дисциплины:**

ознакомить с методами анализа омиксных данных. Сформировать навыки практического применения методов анализа омиксных данных в анализе биологических данных.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные биоинформатические алгоритмы, базы данных, форматы файлов;
- быстрый поиск подстроки в строке — алгоритмы наивный, Кнута-Мориса-Пратта, Рабина-Карпа, алгоритм кенгуру;
- индекс и преобразование Барроуза-Уиллера;
- BLAST — индексирование, статистика Альтшуля-Карлина;
- основы Байесовской статистики, правдоподобие, метод наибольшего правдоподобия, маргинализация распределений и маргинальное правдоподобие;
- оценка параметров скрытой цепи Маркова, обучение Витерби, метод Баума-Велша;
- методы анализа генома, основанные на скрытых марковских цепях, поиск кодирующих последовательностей, поиск однородных доменов хроматина;
- современные молекулярно-биологические методы исследования процессов в клетке;
- физические и химические свойства нуклеиновых кислот;
- процессы с участием нуклеиновых кислот;

- методы исследования генома и эволюции живых организмов.

**уметь:**

- пользоваться Интернет и справочной литературой по биологии научного и прикладного характера для быстрого поиска необходимых данных и понятий;
- программировать на языках Perl и MySQL;
- имплементировать и отлаживать биоинформатические алгоритмы;
- проектировать и заполнять базы данных;
- находить оптимальные алгоритмы для решения задач анализа биологических последовательностей, уметь оценить трудоемкость алгоритмов.

**владеть:**

- навыками работы с большими объемами биологических данных;
- культурой планирования и осуществления многоступенчатого биоинформатического анализа.

**Темы и разделы курса:**

1. Введение в язык программирования Perl и операционную систему UNIX

Понятие переменной, массива, хэша, ссылки. Циклы, работа со строками, регулярные выражения. Основные команды UNIX.

2. Основные понятия молекулярной биологии и алгоритмы биоинформатики

Прокариоты, эукариоты, геном, ген, хромосома, ДНК, РНК, транскрипция, трансляция, генетический код, рибосома, нуклеотиды, аминокислоты, комплементарность, экзоны, интроны. Алгоритмы выравнивания биологических последовательностей – Smith-Waterman, Needleman-Wunsch, BLAST, динамическое программирование. Sequence LOGO, ПЦР.

3. Аннотация генома. Методы предсказания генов

Разница между прокариотическими и эукариотическими генами, сайт связывания рибосомы, GC%, рамка считывания.

4. Методы филогенетического анализа

Археи. Понятие консервативности и ее использование для предсказания функционально-значимых событий – программируемый сдвиг рамки считывания, псевдогены, Ka/Ks.

## 5. Биоинформатические базы данных, язык программирования MySQL

Базы данных NCBI, GENCODE, Genome Browser.

## 6. Анализ больших объемов биологических данных

Методы исследования генома и экспрессии генов. Анализ данных микрочипов и Next Generation Sequencing. Методы выявления мутаций, SNP, ошибки секвенирования, пайплайн, API. Уровни регуляции экспрессии генов, транскрипционные факторы, микроРНК, длинные некодирующие РНК, вторичная структура РНК, антисмысловые взаимодействия, биохимические и регуляторные пути, биологические сети, база данных KEGG.

## 7. BLAST

Индексирование, зависимость длины ключа от алфавита, использование BLAST индекса в задачах протеомики, сравнение подходов BLAST и Смита-Вотермана к поиску локальных выравниваний. Статистика Альтшуля-Карлина. Распределение экстремальных значений. Распределение Гумбеля. Пути с высоким локальным весом (HSP). Р-значение и E-значение. Битовый скор.

## 8. Алгоритмы динамического программирования

Алгоритмы динамического программирования для поиска кратчайшего пути между двумя вершинами в направленном ациклическом графе (Беллмана-Форда) и вычисления суммы весов по всем таким путям (статсумма).

## 9. Быстрый поиск подстроки в строке

Алгоритмы наивный, Кнута-Мориса-Пратта, Рабина-Карпа, алгоритм кенгуру. Оценки трудоемкости. Оптимальность для поиска мотивов разной длины. Учет замен (wildcards). Оптимальная реализация.

## 10. Индекс и преобразование Барроуза-Уиллера

Индекс и преобразование Барроуза-Уиллера. Оценка трудоемкости поиска. Проблема с учетом вставок-делений. Использование в программах BWA и Bowtie для картирования ридов на геномы.

## 11. Методы оптимизации

Максимизация матожидания (Expectation maximization). Задача разделения двух кластеров. Роль выбора начальных значений. Оценка сходимости. Использование для построения множественных локальных выравниваний (MEME). Метод сэмплирование Гиббса. Детальный баланс. Проблема оценки сходимости.

## 12. Методы функциональной аннотации генома

Методы функциональной аннотации, основанные на скрытых марковских цепях, поиск кодирующих последовательностей, поиск однородных доменов хроматина.

## 13. Мотивы в геномах

Мотивы в геномах, поиск и идентификация мотивов, множественное локальное выравнивание. Представления мотивов: консенсусная строка, матрица позиционных весов, байесовская сеть. Алгоритм Тузе-Варре вычисления вероятности встречи мотива в случайной последовательности. Алгоритмы построения множественных локальных выравниваний и идентификации мотивов: жадный алгоритм Штормо, MEME. Ансамбли мотивов, ChIPmunk.

## 14. Основные структуры данных: хэш-таблица, суффиксное дерево, суффиксный массив

Хэш-таблица, суффиксное дерево, суффиксный массив, трудоемкость поиска в каждом случае.

## 15. Основы Байесовской статистики

Правдоподобие, метод наибольшего правдоподобия, маргинализация распределений и маргинальное правдоподобие. Последовательное байесовское оценивание. Интеграл Дирихле. Смесь Дирихле. Сопряженные распределения. Роль априорного распределения. Состоятельной байесовских оценок.

## 16. Оценка параметров скрытой цепи Маркова

Обучение Витерби, метод Баума-Велша, роль динамического программирования и байесовского оценивания.

## 17. Приложения алгоритмов динамического программирования

Приложения алгоритмов динамического программирования. Алгоритм поиска локального выравнивания Смита-Вотермана. Матрица Смита-Вотермана и соответствующий граф. Примеры путей. Алгоритм оптимальной сегментации последовательности на домены, однородные по составу. Формулировка на языке графов.

## 18. Скрытые цепи Маркова

Понятие о скрытой марковской модели, переходные и эмиссионные вероятности, поиск оптимальной последовательности переходов между состояниями для последовательности, порожденной скрытой марковской моделью (алгоритм Витерби), вычисление вероятности перехода в данной точке (алгоритм туда-обратно), использование алгоритма динамического программирования для анализа скрытых цепей Маркова.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Применение лазерных технологий для анализа и модификации материалов объектов изобразительного искусства**

#### **Цель дисциплины:**

Целью курса является преподавание фундаментальных знаний о строении вещества, взаимодействии света с веществом, фотофизике и фотохимии органических и неорганических веществ и материалов. Ознакомление с современными методами зондовой, оптической и электронной микроскопии.

#### **Задачи дисциплины:**

Формирование научных знаний о строении вещества и о взаимодействии света с веществом  
Знакомство с современными методами зондовой, оптической и электронной микроскопии.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- теоретические основы теории строения вещества;
- теоретические основы теории взаимодействия света с веществом;
- современные возможности методов сканирующей зондовой, оптической и электронной микроскопии.

##### **уметь:**

- планировать стратегию исследования состава вещества и идентификации его компонент;
- обрабатывать экспериментальные данные, полученные с помощью физико-химических методов исследования вещества с использованием основных методологических принципов;
- использовать современные методики сбора, очистки и обработки данных;
- готовить наглядные презентации полученных результатов.

##### **владеть:**

- теоретическими знаниями строения вещества о взаимодействии света с веществом;



- практическими навыками интерпретации экспериментальных данных о спектрах, составе и морфологии вещества, практическими знаниями о методах сканирующей зондовой, оптической и электронной микроскопии;
- навыками поиска в химических базах данных;
- типовыми приемами обработки и анализа результатов физико-химического и вычислительного эксперимента;
- методологией сопоставления и критической интерпретации массива данных, полученных всей совокупностью использованных физико-химических и математических методов исследования строения и состава вещества.

### **Темы и разделы курса:**

#### **1. Физические принципы лазерной генерации**

Тема лекции систематизирует элементарные физические знания у студентов о поглощении, вынужденном и спонтанном излучении, населенности, инверсной населенности уровней энергии, о когерентности излучения и о когерентности вынужденного излучения, в частности, поляризации излучения, пороге генерации, резонаторах, модах резонатора (продольные, поперечные), селекции мод, добротности резонатора, устойчивых и неустойчивых резонаторах. Рассматриваются: типы резонаторов (плоскопараллельный, конфокальный, полуконфокальный, концентрический, полуконцентрический, кольцевой); оптико-волоконный лазер; активные среды; оптические компоненты лазерной системы.

#### **2. Лазерное излучение**

Энергия, мощность и плотность мощности лазерного излучения; контроль лазерного пучка; адаптивная оптика; оптомеханические элементы; непрерывная генерация; квазинепрерывная генерация; импульсная генерация. Модуляция добротности; Синхронизация мод (принцип и техническое воплощение); Чирпирование; Усиление; Измерение параметров лазерного пучка; Распространение лазерного пучка; Доставка лазерного пучка; Измерение параметров ультракоротких импульсов лазерного излучения.

#### **3. Взаимодействие лазерного излучения с веществом**

Поглощение лазерного излучения. Нелинейно-оптические эффекты. Поглощение света точечным абсорбером. Оптоакустический эффект. Акустические волны. Ударные волны. Ионизация. Лазерный пробой. Лазерная плазма. Кавитационные пузырьки. Лазерная абляция. Фотомеханические эффекты при абляции. Термоэластический эффект. Механизмы разрушения и абляция. Переходные процессы в фотомеханической абляции. Особенности фотомеханической абляции (порог абляции, волны напряжения, шлейф абляции). Абляция жидкости. Абляция мягкого материала. Абляция твердых тел. Фотомеханический эффект при лазерной очистке материалов. Абляция с использованием наносекундных импульсов и фемтосекундных импульсов.

#### **4. Современные методы лазерной очистки исторически ценных объектов и произведений искусства**

Оптимизация протоколов и возможные побочные эффекты. Модификация химического состава и структуры вещества при лазерном воздействии. Фотоакустическая спектроскопия для диагностики исторически ценных объектов и произведений искусства и мониторинга

процесса лазерной очистки. Абляция и лазерная ионизация совмещенная с масс-спектрометрией для анализа исторически ценных объектов и произведений искусства.

5. Когерентные свойства лазерного излучения. Оптическая когерентная томография, голография

Оптическая когерентная томография для неинвазивного структурного анализа и сохранения объектов культурного наследия. Голография. Использование голографического анализа при сохранении и реставрации объектов культурного наследия. Цифровые технологии в документации культурного наследия. Обзор лазерных сканеров. Методология и практическое применение оценки культурного наследия с помощью лазерных сканерных данных. Генерация виртуальных моделей культурного наследия.

6. Лазерные спектральные методы анализа, диагностики объектов культурного наследия

Спектроскопия лазерного пробоя Laser Induced Breakdown Spectroscopy LIBS. Применение для малоинвазивного структурного анализа и сохранения объектов культурного наследия. Портативная аппаратура LIBS. Возможности для дистанционного анализа. Спектроскопия комбинационного рассеяния. Рамановская спектроскопия-микроскопия и ИК спектроскопия-микроскопия. Нелинейно-оптическая спектроскопия-микроскопия. Микроскопия четырех-волнового смешения, микроскопия возбуждение-зондирование (pump-probe), микроскопия генерации гармоник, многофотонная фотолюминесцентная микроскопия. Фемтосекундная КАРС спектроскопия-микроскопия (Femtosecond Coherent Anti Stokes Raman Spectroscopy- f-CARS), фемтосекундная стимулированная рамановская спектроскопия-микроскопия (Femtosecond Stimulated Raman Spectroscopy-FSRS).

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Пространство и время в искусстве**

#### **Цель дисциплины:**

расширить общую эрудицию студентов, дать им представление о пространственно-временном континууме в литературе и искусстве нашей и предшествующих эпох для лучшего понимания места избранной профессии в общем культурном процессе.

#### **Задачи дисциплины:**

- 1). Приобретение знаний по рецепции пространственно-временного континуума классического Востока, Древней Греции и Рима, Христианско-Европейской и Русской культуры.
- 2). Обучение умению первичного анализа произведения искусства с учетом его пространственно-временных характеристик.
- 3). Формирование навыка работы с учебно-методической и научной литературой по проблематике курса.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- историческую и национальную специфику изучаемой проблемы.
- устанавливать межкультурные связи.

##### **уметь:**

- рассматривать признаки заката культуры разных цивилизаций в культурном контексте эпохи.
- анализировать произведения искусства в единстве формы и содержания.
- пользоваться справочной и критической литературой (литературными энциклопедиями, словарями, библиографическими справочниками).
- в письменной форме ответить на контрольные вопросы по курсу.

- самостоятельно подготовить к экзамену некоторые вопросы, не освещенные в лекционном курсе.

#### **владеть:**

- навыками ведения дискуссии по проблемам курса на практических занятиях.
- основными сведениями о биографии крупнейших писателей, представлять специфику жанров литературной мистификации.
- навыками реферирования и конспектирования критической литературы по рассматриваемым вопросам.

#### **Темы и разделы курса:**

##### 1. Путешествие древнеегипетской души в древнеегипетском царстве мертвых

Как бог Нэб-эр-Чер сказал «хепри» и появился Хепри? Как Хепри женился на собственной тени и создал богов стихий? Каким образом Нил течёт одновременно по небесам, по земле, и под землёй? Почему загробный мир находится под рукой, на сфере, а попасть в него можно только с ладьёй бога Атума? Как уберечь восемь душ египтянина?

##### 2. Карта Геродота и место жительства древних богов

Как создать миоздание из пяти стихий? Может ли пространство быть ограниченным прерывающимся и неоднородным? Как доказать, что земля круглая, а её нижняя сторона не обитаема? Почему пространство сгущается рядом с Геродотом, а на удалении от него превращается в сказку? Почему в «Илиаде» происходит такая суеда на Олимпе и в Трое, а между ними белое пятно? Что наше сознание унаследовало от древнегреческой картины мира?

##### 3. Дом для бога: языческие храмы и раннехристианская церковь

##### 4. Пространственно-временной континуум «Песни о Нибелунгах»

Как уживаются в одном пространстве персонажи сказки, истории и современности? Почему драконы, карлики, девы богатырши живут на островах, а на континенте утрачивают большую часть своих сил? Почему из Германии в Нидерланды надо обязательно плыть по морю, что не всегда удобно? Почему за 35 лет красавицы не постарели, юноши не повзрослели, а старики не умерли? Что такое время-бытие и время-становление?

##### 5. Девять миров «Старшей Эдды»

Почему пространство «Старший Эдды» разорванное и такое маленькое? Может ли у мира быть три середины? Что общего между сочетанием фасных и профильных точек зрения в живописи, жилом доме, разбитом на здания по функциям (кухня, сарай, удобства, избушка), неправильных глаголах, домашних животных и их детёнышах, названных от разных корней, голове викинга, где сталкиваются противоречивые идеи?

##### 6. Обратная перспектива в средневековой иконе

Мир в виде ковчега завета. Как найти рай, скрытый под землёй в долине Евфрата? Почему на золотом фоне не могут происходить реальные события? Почему в иконописи предметы, от нас удалённые, больше, чем те, что ближе к нам? И почему ранние христиане советовали изображать Христа и святых в сниженных образах, но рекомендовали делать их симпатичными?

7. Главное событие в изобразительном искусстве: появление прямой перспективы с единой точкой схода линий пространства

Как голубой фон вытеснил из живописи золота? Как Джотто научился уменьшать предметы, уходящие от нас, но не понял, куда они, собственно, «уходят»? Как в живописи появилось трёхмерное пространство, но почему в нём 80 лет нельзя было передвигаться? Как Леонардо да Винчи увидел воздух? Как пирамида в композиции победила треугольник?

8. О точке зрения в картине: открытие Питера Брейгеля

Почему итальянцы научились создавать композицию из четырёх фигур, а великий Брейгель заполнял большие картины множеством сюжетов? Почему изображать мир с высоты - признак гордыни? Откуда в плоской Голландии скалистые горы? Почему голландская живопись не пошла за Брейгелем?

9. Сознательные искажения пропорций в пространстве маньеризма

Почему культура начинается с искажения пропорций и вновь приходит к ним, склоняясь к закату? О чём говорит автопортрет в выпуклом зеркале? Почему отчёт экспрессионизма XX века начинается с «Вида Толедо после дождя» Эль Греко?

10. Закон инерционного движения в искусстве барокко

Почему сюжет картины хорошо умещался в раму до XVII века, а на протяжении барокко убежал за пределы полотна? Почему у барочной скульптуры юбки и позы интереснее, чем лица? Как случилось, что именно Рубенса, гения барокко, считали своим предшественником импрессионисты? Классицизм против барокко: композиция «мизансцена» и композиция «кадр»

11. Трёхмерное пространство реализма

Почему в искусстве реализма не меньше условностей, чем в любом другом направлении? Как литературный сюжет попытался потеснить в живописи собственной живопись? Споры о будущем живописного искусства: изображать древних богов или современных кочегаров? Может ли реализм вместит в себя волшебство экзотики, фантастику?

12. Изобразительность и выразительность в искусстве: разрушение трёхмерного пространства импрессионистами

Концепция «маятника культуры» - движение от выражения идеи к изображению внешней действительности и обратно. Последняя попытка искусства изобразить внешнюю реальность: импрессионизм. Почему живопись отказалась от трёхмерной перспективы? От чёрного цвета? От искусственного освещения? От смешанных тонов? От сюжета?

13. Экспрессионизм: смена эстетики физиопластики эстетикой идеопластики

Изобразить кричащего юношу или выразить состояние крика? Почему перспективная живопись стала бесперспективной в своём развитии? Почему Франц Кафка не любил

экспрессионистов. Что означает фраза в его дневнике: «Сегодня Германия объявила России войну. После обеда бассейн»

#### 14. Концепции художественного пространства в XX веке

Комплекс направлений, который мы условно называем модернизм. Избыток терминов как признак замешательства науки. Общая тенденция литературы, искусство, музыки: отказ от трёхмерного пространства и линейного времени

#### 15. Прогнозы на будущее искусства

Прогнозы на будущее искусства.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Речевая агрессия и вежливость: коммуникация в меняющемся мире**

#### **Цель дисциплины:**

Дисциплина направлена на формирование представления о понятиях вежливости и речевой агрессии. В ней представлены теоретические подходы к моделированию речевого этикета и конфликтов, их роли в эффективной коммуникации и социальном взаимодействии. В дисциплине присутствует практический компонент, направленный на формирование навыков анализа и описания этикетных и конфликтных ситуаций.

#### **Задачи дисциплины:**

- Знание о понятиях «речевой этикет» и «вежливость» и сложностях их определения.
- Знание о понятиях «речевая агрессия» и «конфликт» и различия в их определениях.
- Понимание роли речевого этикета в эффективной коммуникации.
- Понимание различных способов теоретического моделирования вежливости.
- Понимание способов моделирования конфликтной коммуникации.
- Знание тенденций в изучении речевого этикета и конфликтологии.
- Умение классифицировать и описывать коммуникативные, этикетные ситуации и обращения.
- Умение анализировать и описывать случаи конфликтной коммуникации.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные понятия и предмет области изучения вежливости и речевого этикета;
- основные понятия и предмет области изучения лингвистической конфликтологии;
- функции речевого этикета и основные социальные параметры, влияющие на стратегии речевые стратегии;
- существующие теории вежливости;
- существующие подходы к описанию конфликтных ситуаций;

- существующие стратегии разрешения конфликтов;
- современные тенденции в конфликтологии и изучении вежливости;

**уметь:**

- определять коммуникативные ситуации;
- выявлять различные этикетные ситуации и ситуации конфликта;
- определять параметры, влияющие на речевые стратегии;
- описывать коммуникативные и этикетные ситуации по выявленным параметрам;
- определять стратегии разрешения конфликта;
- описывать случаи конфликтной коммуникации и проявления речевой агрессии;

**владеть:**

- навыками описания структуры коммуникативных и этикетных ситуаций;
- навыками объяснения причины возникновения конфликтной коммуникации и способов ее разрешения.

**Темы и разделы курса:**

1. Коммуникация и прагматика

Прагматика в рамках лингвистики и семиотики. Ключевые определения. Зачем нужна прагматика? Вербальная и невербальная коммуникация. Прагматика текста. Как меняется восприятие текста в зависимости от автора, контекста.

2. Логика речевого общения и принцип кооперации

Интеракционная лингвистика. Коммуникативный акт, участники коммуникации. П. Грайс и постулаты кооперативного общения. Дж. Лич и постулат вежливости. Р. Лакофф и принципы коммуникации. Социальное лицо.

3. Вежливость и речевой этикет

Универсальная теория вежливости П. Браун, С. Левинсона. Влияние контекста на объем речевых усилий, типология вежливости, коммуникативные стратегии. Соотношение терминов «вежливость» и «речевого этикета». Как эти термины развивались. Разные традиции-векторы в исследовании.

4. Дискурсивные подходы к изучению вежливости

Критика классической теории Брауна-Левинсона. Дискурсивные (постмодернистские) теории вежливости. Вежливость 1 и вежливость 2. Социальное лицо и идентичность — соотношение терминов. Нормы и регулярность. Дискуссии о вопросах вежливости.



## 5. Конфликт и речевая агрессия

Агрессия и конфликтная коммуникация: Что такое конфликт, триггеры конфликта, типология. Примеры конфликтов. Описание структуры, участников, приемов.

## 6. Речевая агрессия: стратегии и маркеры

Теория конфликта Калпеппера. Стратегии невежливости, формулы и стратегии конфликта. Деконструкция речевой агрессии. Вежливость, невежливость, антивежливость. Функция брани.

## 7. Стратегии разрешения конфликта в публичном общении. Неразрешимые конфликты

Сценарии конфликтных ситуаций в публичном общении с учетом лингвистических и экстралингвистических параметров, выявление стратегий их разрешения, при этом особое внимание уделяется анализу так называемых “неразрешимых” конфликтов.

## 8. Идея сакральности как триггера конфликта

Понятие сакрального конфликта. Примеры из общественной жизни (медийные кейсы, представления о дресс-коде, конфликты в школе и т.д.).

## 9. Прикладное использование теории конфликта. Модерация контента в интернете

Принципы модерации контента – этические и этикетные нормы. Классификация контента, маркеры и возможные ограничения.

## 10. Этикет, типы этикетных ситуаций, этикетные формулы

Классификация и типология этикетных ситуаций. Стандартные, заимствованные и современные этикетные формулы для ситуаций приветствия, прощания, знакомств, извинений и благодарности.

## 11. Обращения: имена собственные. Ты, вы и Вы

Функционирование антропонимов в русской речевой культуре. Различия в использовании антропонимов в обращении, самопредставлении и при референтном употреблении. Функции, классификация и характеристики обращений, принятые в русской речевой культуре. Основные критерии выбора между местоимениями "ты" и "Вы", отклонения и причины смены.

## 12. Нарушения речевого этикета

Нарушения речевого этикета и их типы: незнание речевого этикета и нежелание подчиняться ему, возможные последствия этого для коммуникации.

## 13. Представления о норме: оценка номинаций людей разными социальными группами

Номинация другого как маркер групповой солидарности. Экспрессивные коннотации слов. Столкновение представлений о норме в обществе.

## 14. Вежливость, конфликты и искусственный интеллект

Корпусная вежливая и конфликтная коммуникация. Представление о вежливости и речевой агрессии в контексте обучения нейронных сетей.

## 15. Мультимедийный корпус речевого этикета

Перспективы создания и использования корпуса вежливой и конфликтной коммуникации.  
Представление корпуса “Мультимедийный корпус речевого этикета для русского языка”.  
Структура и разметка корпуса.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

**Романтики и реалисты: их пространство, время, цели, мечты, любовь, дружба, триумф и трагедия**

### **Цель дисциплины:**

- расширить общую эрудицию студентов, дать им представление о пространственно-временном континууме в литературе и искусстве нашей и предшествующих эпох для лучшего понимания места избранной профессии в общем культурном процессе.

### **Задачи дисциплины:**

1. Приобретение знаний по рецепции пространственно-временного континуума классического Востока, Древней Греции и Рима, Христианско-Европейской и Русской культуры.
2. Обучение умению первичного анализа произведения искусства с учетом его пространственно-временных характеристик.
3. Формирование навыка работы с учебно-методической и научной литературой по проблематике курса.

### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- историческую и национальную специфику изучаемой проблемы.
- устанавливать межкультурные связи.

#### **уметь:**

- рассматривать признаки заката культуры разных цивилизаций в культурном контексте эпохи.
- анализировать произведения искусства в единстве формы и содержания.
- пользоваться справочной и критической литературой (литературными энциклопедиями, словарями, библиографическими справочниками).
- в письменной форме ответить на контрольные вопросы по курсу.

- самостоятельно подготовить к экзамену некоторые вопросы, не освещенные в лекционном курсе.

**владеть:**

- навыками ведения дискуссии по проблемам курса на практических занятиях.
- основными сведениями о биографии крупнейших писателей, представлять специфику жанров литературной мистификации.
- навыками реферирования и конспектирования критической литературы по рассматриваемым вопросам.

**Темы и разделы курса:**

1. Исторические предпосылки возникновения романтизма

Уроки Великой французской революции, философия Фихте, книги Гете о Вильгельме Мейстере

2. Ранний немецкий романтизм

Йенский кружок. Философия романтизма. Образ голубого цветка. Тема национальной старины в произведениях романтиков. Становление жанра романтической новеллы.

3. Зрелый романтизм в Германии

Гейдельбергский кружок. Филологическая деятельность гейдельбергцев. Появление народного героя. Становление жанра сказки.

4. Синтез немецкого романтизма

Э.Т.А. Гофман. Романтическое двоемирие. Герой «музыкант» и герой «просто хороший человек» в сказках «Золотой горшок» и «Крошка Цахес». Роман «Житейские воззрения кота Мурра» и русская литература. Начатки реализма в новелле «Угловое окно»

5. Начало английского романтизма

Предисловие ко второму изданию «Лирических баллад» Вордсворта и Колриджа как манифест Английского романтизма.

6. Английский романтизм

Жизненный путь Байрона. Становление жанра лиро-эпической поэмы. Анализ 1, 2 песней «Паломничества Чайлд Гарольда». Кризис романтизма в венецианской повести «Беппо». Байрон и русская литература. Отражение байронизма в современной русской литературе.

7. Французский романтизм

Предпосылки возникновения романтизма во Франции. Деятельность Бенжамена Констан, г-жи де Сталь, Ф. Р. Шатобриана.

8. Романтизм Виктора Гюго

Жизненный путь Виктора Гюго. Поэтическая деятельность Гюго. Премьера «Эрнани» - начало романтического движения. Композиция романа «Собор Парижской Богоматери». Тема униженных и оскорбленных в романе «Отверженные».

#### 9. Американский романтизм

Сравнительная характеристика романтизма и реализма XIX в.

#### 10. Бальзак – центральная фигура европейского реализма XIX века

Структура и циклы «Человеческой комедии». Анализ романов «Шагреновая кожа», «Отец Горио».

#### 11. Романтизм в столкновении с реализмом в русской литературе

Анализ повести Пушкина «Пиковая дама» и комедии Гоголя «Ревизор» в сопоставлении с переводом произведений Проспера Мериме. «Гузла» Мериме в переводе Пушкина

#### 12. Английский реализм

Диалог и соперничество Диккенса и Теккерея. Анализ избранных страниц из романа Диккенса «Домби и сын» и из «Ярмарки тщеславия» Теккерея.

#### 13. Появление жанра «объективного романа» в творчестве Флобера

Специфика точки зрения в романе Флобера «Госпожа Бовари».

#### 14. Модернисты и литература XIX в.

Критика литературы и искусства XIX века в трудах писателей-модернистов.

#### 15. Выводы

Модернисты и постмодернисты: Анонс курса на второй семестр

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Русский язык как иностранный**

#### **Цель дисциплины:**

Целью дисциплины «Русский язык как иностранный (уровень В1+)» является формирование межкультурной профессиональной коммуникативной компетенции на уровне В1+ по общеевропейской шкале уровней владения иностранными языками для решения социально-коммуникативных задач в различных областях бытовой, культурной, профессиональной и научной деятельности на русском языке, а также для дальнейшего самообразования магистрантов.

#### **Задачи дисциплины:**

Задачи формирования межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции состоят в последовательном овладении студентами совокупностью субкомпетенций, основными из которых являются:

- лингвистическая компетенция, т.е. умение адекватно воспринимать и корректно использовать языковые единицы на основе знаний о фонологических, грамматических, лексических, стилистических особенностях изучаемого языка;
- социолингвистическая компетенция, т.е. умение адекватно использовать реалии, фоновые знания, ситуативно обусловленные формы общения;
- социокультурная компетенция, т.е. умение учитывать в общении речевые и поведенческие модели, принятые в соответствующей культуре;
- социальная компетенция, т.е. умение взаимодействовать с партнерами по общению, вступать в контакт и поддерживать его, владея необходимыми стратегиями;
- стратегическая компетенция, т.е. умение применять разные стратегии для поддержания успешного взаимодействия при устном/письменном общении;
- дискурсивная компетенция, т.е. умение понимать и порождать иноязычный дискурс с учетом культурно обусловленных различий;
- общая компетенция, включающая наряду со знаниями о стране и мире, об особенностях языковой системы также и способность расширять и совершенствовать собственную картину мира, ориентироваться в медийных источниках информации;

– межкультурная компетенция, т.е. способность достичь взаимопонимания в межкультурных контактах, используя весь арсенал умений для реализации коммуникативного намерения;

– компенсаторная компетенция, т.е. способность избежать недопонимания, преодолеть коммуникативный барьер за счет использования известных речевых и метаязыковых средств.

### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- Основные факты, реалии, имена, достопримечательности, традиции России;
- достижения, открытия, события из области русской культуры, политики, социальной жизни;
- фонетические, лексико-грамматические, стилистические особенности русского языка и его отличие от родного языка;
- особенности основных типов и некоторых жанров письменной и устной речи;
- особенности и различный формулы русского речевого этикета;
- основные достижения в области российской науки.

#### **уметь:**

- Понимать на слух содержание законченного по смыслу аудиотекста, в котором используются в основном эксплицитные способы выражения содержания, а допустимые имплицитные формы отличаются высокой частотностью и стандартностью моделей продуцирования смысла;
- достигать необходимых уровней понимания в различных сферах и ситуациях общения в соответствии с заданными параметрами социальных и поведенческих характеристик общения;
- понимать основное тематическое содержание, а также наиболее функционально значимую смысловую информацию, отражающую намерения говорящего;
- понимать семантику отдельных фрагментов текста и ключевых единиц, определяющих особенности развития тематического содержания;
- понимать основные социально-поведенческие характеристики говорящего;
- понимать основные цели и мотивы говорящего, характер его отношения к предмету речи и реципиенту, выраженные в аудиотексте эксплицитно;
- достигать определенных целей коммуникации в различных сферах общения с учетом социальных и поведенческих ролей в диалогической и монологической формах речи;
- организовывать речь в форме диалога, быть инициатором диалога-расспроса, используя развитую тактику речевого общения (начинать и заканчивать разговор в

ситуациях различной степени сложности, вербально выражать коммуникативную задачу, уточнять детали сообщения собеседника);

– продуцировать монологические высказывания, содержащие: описание конкретных и абстрактных объектов; повествование об актуальных для говорящего событиях во всех видовременных планах; рассуждения на актуальные для говорящего темы, содержащие выражение мнения, аргументацию с элементами оценки, выводы;

– достигать цели коммуникации в ситуации свободной беседы, где роль инициатора общения принадлежит собеседнику и где необходимо умение реализовать тактику речевого поведения, характерную для неподготовленного общения в рамках свободной беседы (преимущественно на социально-культурные темы);

– репродуцировать письменный и аудиотексты, демонстрируя умение выделять основную информацию, производить компрессию путем исключения второстепенной информации;

– продуцировать письменный текст, относящийся к официально-деловой сфере общения (заявление, объяснительная записка, доверенность, рекомендация и т.д.);

– осуществлять дистантное письменное общение, вести записи на основе увиденного и прочитанного с элементами количественной и качественной характеристики, оценки, с использованием типизированных композиционных компонентов (введение, развертывание темы, заключение);

– проявлять толерантность, эмпатию, открытость и дружелюбие при общении с представителями другой культуры;

– читать и анализировать тексты научного стиля любой тематики, составлять план (план-конспект), выделять главную информацию и уметь ее интерпретировать в зависимости от задания;

– воспринимать на слух аудиотексты научной тематики, выделять главную информацию, фиксировать наиболее значимые факты, кратко излагать содержание прослушанного аудиофрагмента;

– вступать в дискуссию, связанную с научной проблематикой, грамотно выражать свою точку зрения по конкретному вопросу, используя языковые средства научного стиля.

**владеть:**

– Межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенцией в разных видах речевой деятельности на уровне В1-В2;

– социокультурной компетенцией для успешного взаимопонимания в условиях общения с представителями другой культуры;

– различными коммуникативными стратегиями;

– учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности;

– стратегиями рефлексии и самооценки в целях самосовершенствования личных качеств и достижений;



- разными приемами запоминания и структурирования усваиваемого материала;
- Интернет-технологиями для выбора оптимального режима получения информации.

### **Темы и разделы курса:**

#### **1. Сферы интересов и увлечений. Свободное время. Хобби.**

Коммуникативные задачи: инициировать беседу, поддерживать беседу о сферах интересов и увлечений человека, важности и значимости хобби в жизни каждого человека. Высказывать мнение о влияниях хобби на формирование личности. Поддерживать дискуссию на тему связи хобби с будущей профессиональной деятельностью. Сообщать и запрашивать информацию о целях, причинах, возможностях, а также уточнять, выяснять и объяснять факты и события. Составлять вопросный план и тезисный план (для интервью), написать эссе на основе интервью (повествовательный тип).

Лексика: «Характер», «Сферы общественной жизни», «Сферы интересов и увлечений», «Хобби», «Свободное время», «Глаголы речи (с продуктивными приставками)». РС уточнения, переспроса, выяснения и объяснения.

Грамматика: именительный падеж существительных и прилагательных (повторение и обобщение). Выражение субъектно-объектных отношений (активные и пассивные конструкции НСВ).

Фонетика: коррекция фонетических трудностей в области произношения русских гласных и согласных звуков.

#### **2. Значение образования в жизни человека. Российская система образования.**

Коммуникативные задачи: инициировать беседу, вступить в дискуссию по теме, выразить свою точку зрения о значении образования в жизни современного человека. Сообщать и запрашивать информацию о целях, причинах, возможностях, а также уточнять, выяснять и объяснять различия Российской системы образования от системы образования в стране обучающегося. Сопоставлять факты и события. Подготовить на основе полученной информации доклад о различиях в системе образования. Составлять вопросный план и тезисный план (для интервью), написать эссе на основе интервью (повествовательный тип), создать презентацию по теме дискуссии.

Лексика: «Образование», «Сферы общественной жизни», «Наука и жизнь», «Интеллектуальное развитие человека», «Глаголы речи (со значением классификации и принадлежности к классу)». РС уточнения, переспроса, выяснения и объяснения.

Грамматика: родительный падеж существительных (повторение и обобщение). Определительные конструкции с существительными в форме родительного падежа. Выражение причинно-следственных отношений с помощью конструкций с родительным падежом (из-за..., от..., с... и др.). Особенности выражения временных отношений с использованием конструкций с родительным падежом.

Фонетика: коррекция фонетических трудностей в области произношения русских гласных и согласных звуков.

#### **3. Путешествия. Интересные и необычные места планеты. Достопримечательности России и страны обучающегося.**

Коммуникативные задачи: сообщать и запрашивать информацию о наиболее интересных и необычных местах Земли. Уточнять необходимую информацию о важнейших туристических целях страны обучающегося. Выразить рациональную оценку (оценивать целесообразность, эффективность, истинность). Обобщать информацию и делать выводы. Написать эссе, содержащее сравнительный анализ. Инициировать беседу о значении путешествий в жизни человека.

Лексика: «Путешествия», «Интересные места планеты», «Достопримечательности». РС уточнения, переспроса, выяснения и объяснения.

Грамматика: дательный падеж существительных и прилагательных (повторение и обобщение). Выражение субъектно-объектных отношений (активные и пассивные конструкции СВ), выражение определительных отношений (активные причастия настоящего и прошедшего времени). Конструкции который + глагол.

Фонетика: корректировка фонетических трудностей в области произношения русских согласных звуков.

4. Традиции и обычаи России. Сопоставление с традициями и обычаями родной страны обучающегося.

Коммуникативные задачи: сообщать и запрашивать информацию о традициях и обычаях России и страны обучающегося. Инициировать беседу об особенностях празднования наиболее значимых праздников (Новый год, Международный женский день, дни рождения, свадьбы, Рождество) и традициях дарить подарки. Вступить в дискуссию о культурных фактах и событиях, государственных праздниках. Выразить и выяснять эмоциональную оценку (удовольствие/неудовольствие, удивление, равнодушие, восхищение и т.п.). Написать эссе (описательного типа).

Лексика: «Традиции и обычаи», «Праздники», «Подарки», «Эмоциональное состояние». РС выражения оценки, заинтересованности, предпочтения.

Грамматика: винительный падеж существительных и прилагательных (повторение и обобщение). Глаголы движения с приставками, Выражение субъектно-объектных отношений (конструкции с глаголами, выражающими внутреннее состояние, чувство).

Фонетика: корректировка фонетических трудностей в области произношения русских согласных звуков.

5. Научно-технический прогресс. Достижения современной науки.

Коммуникативные задачи: провести сравнительный анализ современного состояния науки в России и в родной стране обучающегося, аргументированно изложить выявленные сходства и различия. Сообщать и запрашивать информацию о целях, причинах, возможностях, а также уточнять, выяснять и объяснять факты и события. Выразить и выяснять рациональную оценку (оценивать целесообразность, эффективность, истинность). Инициировать дискуссию с целью поиска решения ряда проблем современной науки. Обобщать информацию и делать выводы. Написать конспект текста по специальности.

Лексика: «Научные открытия и изобретения», «Наука», «Глаголы мыслительной деятельности (с продуктивными приставками)».

Грамматика: творительный падеж существительных и прилагательных (повторение и обобщение). Выражение субъектно-объектных отношений (конструкции с возвратными глаголами, выражающими временные границы действия, изменения состояния, качества, количества, характеристики. Безличные конструкции на -ся). Глаголы движения с приставками (обобщение и систематизация).

Фонетика: стилистические и эмоционально-оценочные функции русской интонации.

6. Человек и искусство. Значение искусства в жизни человека. Музыка, кино, живопись, литература.

Коммуникативные задачи: выразить и аргументировать свою точку зрения о значении искусства в жизни человека. Выяснить и уточнить информацию о любимых видах искусства собеседника. Инициировать дискуссию о наиболее актуальных в настоящее время видах искусства. Подготовить сообщение о любимом фильме, музыкальном и литературном произведении и т.д. Выражать и выяснять рациональную оценку (оценивать целесообразность, эффективность, истинность), обобщать информацию и делать выводы. Написать эссе по теме дискуссии.

Лексика: «Искусство», «Музыка», «Литература», «Кинематография», «Живопись».

Грамматика: предложный падеж существительных и прилагательных (повторение и обобщение). Виды глагола (повторение и обобщение): употребление глаголов совершенного и несовершенного видов в инфинитиве, употребление глаголов совершенного и несовершенного видов с отрицанием, употребление глаголов совершенного и несовершенного видов в императиве, в простом и сложном предложении, двувидовые глаголы.

Фонетика: стилистические и эмоционально-оценочные функции русской интонации.

7. Спорт и его влияние на здоровье и характер человека. Спорт в жизни каждого человека.

Коммуникативные задачи: инициировать беседу, поддерживать беседу о значении спорта в жизни человека. Поддерживать дискуссию о влиянии спорта на здоровье и эмоциональное состояние человека. Уточнить, выяснить, выразить свою точку зрения о необходимости занятий спортом как одним из факторов, формирующих характер личности. Сообщать и запрашивать информацию о целях, причинах, возможностях, а также уточнять, выяснять и объяснять факты и события. Составлять вопросный план и тезисный план (для интервью), написать эссе на основе интервью (повествовательный тип).

Лексика: «Спорт», «Здоровье», «Эмоциональное состояние». РС и этикетные формулы, характерные для публичного выступления.

Грамматика: существительные и прилагательные в форме множественного числа (повторение и обобщение). Выражение временных отношений в простом и сложном предложении. Деепричастие.

Фонетика: коррекция фонетического акцента.

8. Наиболее актуальные и престижные профессии. Наиболее значимые аспекты при выборе профессии.

Коммуникативные задачи: сообщать и запрашивать информацию о наиболее актуальных и престижных в настоящее время профессиях. Приоритетах в выборе будущей профессии. Инициировать дискуссию о наиболее полезных для общества профессиях. Поддерживать

беседу о критериях выбора профессии и ее связи с характером и сферами интересов и увлечений личности, специфике и условиях работы. Расспрашивать, уточнять, дополнять, выражать согласие/несогласие, выражать и выяснять интеллектуальную оценку (предпочтение, мнение, предположение), морально-этическую оценку (одобрение, порицание), социально-правовую оценку (оправдывать, защищать, обвинять).

Лексика: «Профессии», «Карьера, успех». РС социально-правовой оценки (обвинения и защиты).

Грамматика: глагольное управление (повторение и обобщение).

Фонетика: коррекция фонетического акцента.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Свойства и диагностика коллоидных систем**

#### **Цель дисциплины:**

Целью курса является ознакомление обучающихся с видами и свойствами коллоидных систем, современными физико-химическими методами их диагностики.

#### **Задачи дисциплины:**

Формирование базовых знаний и представлений о коллоидных системах естественного и искусственного происхождения, особенностями коллоидных систем, встречающихся в произведениях искусства и археологических находках;

ознакомление с аналитическими возможностями современных методов измерения параметров коллоидных систем.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- отличительные особенности и основные классы коллоидных систем, коллоидные объекты естественного и искусственного происхождения;
- основные этапы в истории практического использования и изучения коллоидных систем;
- основы физико-химии поверхностных и капиллярных явлений;
- основные молекулярно-кинетические процессы в дисперсных системах;
- основные сведения об устойчивости коллоидных систем и процессах структурообразования в них;
- оптические свойства коллоидных систем;
- физические и химические принципы и основные методы диагностики коллоидных систем;
- сведения о коллоидных объектах в произведениях искусства и других объектах культурного наследия.

##### **уметь:**

- обрабатывать экспериментальные данные, полученные при изучении коллоидных систем современными методами их диагностики, включая оптическую, флуоресцентную, рамановскую, атомно-силовую и электронную микроскопию, динамическое рассеяние света, лазерную дифракцию, УФ и ИК спектроскопию,

- строить простые модели процессов, происходящих в коллоидных системах (растворения, коагуляции, высыхания жидкой фазы и т.п.) и сопоставлять результаты их предсказаний с экспериментальными данными.

#### **владеть:**

- методами сопоставления и оценки экспериментальных данных о свойствах и параметрах коллоидных систем, полученных разными методами диагностики.

#### **Темы и разделы курса:**

##### 1. Введение. Коллоидное состояние вещества. Получение коллоидных систем

Специфика свойств дисперсных систем. Количественные характеристики дисперсности. Принципы классификации коллоидных систем – по дисперсности, по агрегатному состоянию, по структуре, по межфазному взаимодействию. Диспергационные и конденсационные методы получения дисперсных систем, очистка коллоидных систем  
История практического использования и изучения коллоидных систем

##### 2. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем

Броуновское движение, осмос, диффузия, седиментация суспензий и седиментационно-диффузионное равновесие коллоидных систем, седиментационные методы диффузного анализа, понятие о теории флуктуаций.

##### 3. Поверхностные и капиллярные явления

Термодинамика поверхностей раздела фаз, поверхностное натяжение, поверхностно-активные и поверхностно инактивные вещества, смачивание. Адсорбция веществ на поверхностях раздела фаз, модель Ленгмюра. Двойной электрический слой, электрокинетический (дзета) потенциал. Капиллярные явления – капиллярное давление, кривизна поверхности раздела фаз, капиллярное поднятие жидкости

##### 4. Оптические свойства дисперсных систем

Поглощение и рассеяние света в коллоидных системах. Закон Бугера-Ламберта-Бэра. Опалесценция, эффект Тиндаля. Изменение поляризации света при рассеянии. Понятие о теориях рассеяния Релея и Ми, коэффициенты поглощения, рассеяния и экстинкции, комплексный показатель преломления наночастиц. Окраска дисперсных систем. Плазмонный резонанс при поглощении и рассеянии света металлическими нанообъектами. Флуоресценция коллоидных частиц, квантовые точки.

##### 5. Устойчивость коллоидных систем и процессы структурообразования

Седиментационная и агрегативная устойчивость коллоидных систем. Кинетика быстрой и медленной коагуляции, обратимость коагуляции. Структура агрегатов. Факторы стабилизации коллоидных систем.

## 6. Методы диагностики коллоидных систем

Параметры коллоидных частиц, определяемые при их диагностике- размер, форма, концентрация, химический состав, оптические свойства. Методы диагностики с визуализацией -оптическая микроскопия, в т.ч. ультрамикроскопия, атомно-силовая и электронная микроскопия, анализ траекторий наночастиц (nanoparticles tracking analysis - NTA). Методы, основанные на взаимодействии коллоидных частиц с оптическим излучением – статическое и динамическое рассеяние света, лазерная дифракция, электрофоретическое рассеяние света. Спектральные методы – абсорбционная УФ и ИК спектроскопия, флуоресцентная и рамановская спектроскопия и микроскопия, спектроскопия ЯМР.

Выбор методов диагностики, оптимальных для исследуемой коллоидной системы

## 7. Коллоиды в произведениях искусства и объектах культурного наследия

Коллоидные материалы для красок, эмульсий, глазури, керамики. Высыхание коллоидных красок, сопровождаемое образованием трещин. Применение коллоидных частиц для окраски стекол. Примеры использования коллоидных частиц в объектах культурного наследия прошлых веков– кубок Ликурга, витражи средневековой Европы, голубая краска Майя (Maya Blue). Использование современных методов диагностики коллоидных систем при изучении произведений искусства.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Семинар по физике высокотемпературных процессов**

#### **Цель дисциплины:**

- семинар предназначен для развития у студентов способности квалифицированно ориентироваться в современной научной литературе, а также внятно и аргументировано излагать свои соображения по научным вопросам. В этом смысле семинар является первым шагом реальной профессиональной ориентации будущих научных работников в области экспериментальной и теоретической физики.

#### **Задачи дисциплины:**

- сформировать у студентов навыки работы с научной литературой, ознакомить студентов с современными научными исследованиями в области физики высокотемпературных процессов.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- наименования основных периодических отечественных и зарубежных научных изданий, в которых публикуются результаты исследований по физике высокотемпературных процессов;
- основные реферативные журналы и поисковые системы;
- современные научные проблемы по тематике дисциплины.

##### **уметь:**

- находить научные статьи по заданной тематике;
- пользоваться реферативными журналами и поисковыми системами;
- составлять литературные обзоры;
- делать доклады по литературному обзору;
- оформлять тезисы конференций, научные статьи;
- рецензировать статьи, тезисы, авторефераты;



- анализировать научные доклады.

**владеть:**

- приемами поиска научной информации;

- приемами изложения в письменном и устном видах результатов научных исследований.

**Темы и разделы курса:**

1. Семинар по физике высокотемпературных процессов

1) прочитать научную статью из одного из ведущих международных физических журналов (Nature, Science, Physical Review Letters и т.п.) и понять ее основные утверждения.

2) изучить в меру необходимости сопутствующие научные работы (на которые даются ссылки в изучаемой статье).

3) составить собственное аргументированное представление о степени доказанности сделанных в изучаемой статье утверждений. Выяснить, в какой степени эти утверждения согласуются с уже известными в науке. Для статей экспериментального содержания – выяснить, имеется ли в литературе теоретические результаты, позволяющие объяснить представленные экспериментальные данные.

4) подготовить и сделать доклад на семинаре, в присутствии всех других студентов группы и ведущего семинар преподавателя, а также отвечать в процессе семинара на вопросы слушателей по содержанию обсуждаемой научной публикации.

2. Семинар по физике высокотемпературных процессов

1) прочитать научную статью из одного из ведущих международных физических журналов (Nature, Science, Physical Review Letters и т.п.) и понять ее основные утверждения.

2) изучить в меру необходимости сопутствующие научные работы (на которые даются ссылки в изучаемой статье).

3) составить собственное аргументированное представление о степени доказанности сделанных в изучаемой статье утверждений. Выяснить, в какой степени эти утверждения согласуются с уже известными в науке. Для статей экспериментального содержания – выяснить, имеется ли в литературе теоретические результаты, позволяющие объяснить представленные экспериментальные данные.

4) подготовить и сделать доклад на семинаре, в присутствии всех других студентов группы и ведущего семинар преподавателя, а также отвечать в процессе семинара на вопросы слушателей по содержанию обсуждаемой научной публикации.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Семинар по физике и химии плазмы**

#### **Цель дисциплины:**

- семинар предназначен для развития у студентов способности квалифицированно ориентироваться в современной научной литературе, а также внятно и аргументировано излагать свои соображения по научным вопросам. В этом смысле семинар является первым шагом реальной профессиональной ориентации будущих научных работников в области экспериментальной и теоретической физики.

#### **Задачи дисциплины:**

- сформировать у студентов навыки работы с научной литературой, ознакомить студентов с современными научными исследованиями в области физики и химии плазмы.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- наименования основных периодических отечественных и зарубежных научных изданий, в которых публикуются результаты исследований по физике и химии плазмы;
- основные реферативные журналы и поисковые системы;
- современные научные проблемы по тематике дисциплины.

##### **уметь:**

- находить научные статьи по заданной тематике;
- пользоваться реферативными журналами и поисковыми системами;
- составлять литературные обзоры;
- делать доклады по литературному обзору;
- оформлять тезисы конференций, научные статьи;
- рецензировать статьи, тезисы, авторефераты;
- воспринимать научный доклад и анализировать его;

- задавать вопросы по научным докладам.

**владеть:**

- приемами поиска научной информации;

- приемами изложения в письменном и устном видах результатов научных исследований.

**Темы и разделы курса:**

1. Семинар по физике и химии плазмы

1) прочитать научную статью из одного из ведущих международных физических журналов (Nature, Science, Physical Review Letters и т.п.) и понять ее основные утверждения.

2) изучить в меру необходимости сопутствующие научные работы (на которые даются ссылки в изучаемой статье).

3) составить собственное аргументированное представление о степени доказанности сделанных в изучаемой статье утверждений. Выяснить, в какой степени эти утверждения согласуются с уже известными в науке. Для статей экспериментального содержания – выяснить, имеется ли в литературе теоретические результаты, позволяющие объяснить представленные экспериментальные данные.

4) подготовить и сделать доклад на семинаре, в присутствии всех других студентов группы и ведущего семинар преподавателя, а также отвечать в процессе семинара на вопросы слушателей по содержанию обсуждаемой научной публикации.

2. Семинар по физике и химии плазмы

1) прочитать научную статью из одного из ведущих международных физических журналов (Nature, Science, Physical Review Letters и т.п.) и понять ее основные утверждения.

2) изучить в меру необходимости сопутствующие научные работы (на которые даются ссылки в изучаемой статье).

3) составить собственное аргументированное представление о степени доказанности сделанных в изучаемой статье утверждений. Выяснить, в какой степени эти утверждения согласуются с уже известными в науке. Для статей экспериментального содержания – выяснить, имеется ли в литературе теоретические результаты, позволяющие объяснить представленные экспериментальные данные.

4) подготовить и сделать доклад на семинаре, в присутствии всех других студентов группы и ведущего семинар преподавателя, а также отвечать в процессе семинара на вопросы слушателей по содержанию обсуждаемой научной публикации.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Семинар по физической и химической механике сплошных сред**

#### **Цель дисциплины:**

семинар предназначен для развития у студентов способности квалифицированно ориентироваться в современной научной литературе, а также внятно и аргументировано излагать свои соображения по научным вопросам. В этом смысле семинар является первым шагом реальной профессиональной ориентации будущих научных работников в области экспериментальной и теоретической физики.

#### **Задачи дисциплины:**

сформировать у студентов навыки работы с научной литературой, ознакомить студентов с современными научными исследованиями в области физической и химической механике сплошных сред.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- наименования основных периодических отечественных и зарубежных научных изданий, в которых публикуются результаты исследований по физической и химической механике сплошных сред;
- основные реферативные журналы и поисковые системы;
- современные научные проблемы по тематике дисциплины.

##### **уметь:**

- находить научные статьи по заданной тематике;
- пользоваться реферативными журналами и поисковыми системами;
- составлять литературные обзоры;
- делать доклады по литературному обзору;
- оформлять тезисы конференций, научные статьи;
- рецензировать статьи, тезисы, авторефераты;

- воспринимать научный доклад и анализировать его;
- задавать вопросы по научным докладам.

**владеть:**

- приемами поиска научной информации;
- приемами изложения в письменном и устном видах результатов научных исследований.

**Темы и разделы курса:**

1. Семинар по физической и химической механике сплошных сред

- 1) прочитать научную статью из одного из ведущих международных физических журналов (Nature, Science, Physical Review Letters и т.п.) и понять ее основные утверждения;
- 2) изучить в меру необходимости сопутствующие научные работы (на которые даются ссылки в изучаемой статье);
- 3) составить собственное аргументированное представление о степени доказанности сделанных в изучаемой статье утверждений. Выяснить, в какой степени эти утверждения согласуются с уже известными в науке. Для статей экспериментального содержания – выяснить, имеется ли в литературе теоретические результаты, позволяющие объяснить представленные экспериментальные данные;
- 4) подготовить и сделать доклад на семинаре, в присутствии всех других студентов группы и ведущего семинар преподавателя, а также отвечать в процессе семинара на вопросы слушателей по содержанию обсуждаемой научной публикации.

2. Семинар по физической и химической механике сплошных сред

- 1) прочитать научную статью из одного из ведущих международных физических журналов (Nature, Science, Physical Review Letters и т.п.) и понять ее основные утверждения;
- 2) изучить в меру необходимости сопутствующие научные работы (на которые даются ссылки в изучаемой статье);
- 3) составить собственное аргументированное представление о степени доказанности сделанных в изучаемой статье утверждений. Выяснить, в какой степени эти утверждения согласуются с уже известными в науке. Для статей экспериментального содержания – выяснить, имеется ли в литературе теоретические результаты, позволяющие объяснить представленные экспериментальные данные;
- 4) подготовить и сделать доклад на семинаре, в присутствии всех других студентов группы и ведущего семинар преподавателя, а также отвечать в процессе семинара на вопросы слушателей по содержанию обсуждаемой научной публикации.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Семинар по химической физике**

#### **Цель дисциплины:**

- семинар предназначен для развития у студентов способности квалифицированно ориентироваться в современной научной литературе, а также внятно и аргументировано излагать свои соображения по научным вопросам. В этом смысле семинар является первым шагом реальной профессиональной ориентации будущих научных работников в области экспериментальной и теоретической физики.

#### **Задачи дисциплины:**

- сформировать у студентов навыки работы с научной литературой, ознакомить студентов с современными научными исследованиями в области химической физики.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- наименования основных периодических отечественных и зарубежных научных изданий, в которых публикуются результаты исследований по химической физике;
- основные реферативные журналы и поисковые системы;
- современные научные проблемы по тематике дисциплины.

##### **уметь:**

- находить научные статьи по заданной тематике;
- пользоваться реферативными журналами и поисковыми системами;
- составлять литературные обзоры;
- делать доклады по литературному обзору;
- оформлять тезисы конференций, научные статьи;
- рецензировать статьи, тезисы, авторефераты;
- воспринимать научный доклад и анализировать его;

- задавать вопросы по научным докладам.

**владеть:**

- приемами поиска научной информации;

- приемами изложения в письменном и устном видах результатов научных исследований.

**Темы и разделы курса:**

1. Семинар по химической физике

1) прочитать научную статью из одного из ведущих международных физических журналов (Nature, Science, Physical Review Letters и т.п.) и понять ее основные утверждения;

2) изучить в меру необходимости сопутствующие научные работы (на которые даются ссылки в изучаемой статье);

3) составить собственное аргументированное представление о степени доказанности сделанных в изучаемой статье утверждений. Выяснить, в какой степени эти утверждения согласуются с уже известными в науке. Для статей экспериментального содержания – выяснить, имеется ли в литературе теоретические результаты, позволяющие объяснить представленные экспериментальные данные;

4) подготовить и сделать доклад на семинаре, в присутствии всех других студентов группы и ведущего семинар преподавателя, а также отвечать в процессе семинара на вопросы слушателей по содержанию обсуждаемой научной публикации.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Системное мышление**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение системного мышления, лежащего в основе системных инженерии, менеджмента и техпредпринимательства.

Курс посвящён системному мышлению, лежащему в основе деятельности системных инженеров, менеджеров и технологических предпринимателей. Системное мышление является на сегодня лучшим из известных человечеству способов борьбы со сложностью, лучшим способом для организации коллективной междисциплинарной работы. Из многочисленных вариантов системного подхода для курса был выбран тот, который интенсивно развивается сегодня в массовой деятельности системных инженеров и инженеров предприятия и документируется в международных стандартах и публичных документах. Основанное на этих стандартах и документах изложение получается более структурное, чем это принято для менеджеров, но более ориентированно на использование в системах, включающих в себя людей, чем это принято для инженеров. Курс представляет собой интерес и для технологических предпринимателей, которым необходимо организовать взаимодействие инженеров и менеджеров на основе какого-то общего понимания проекта – и системное мышление позволяет команде договариваться о проекте на общем для всех системном языке. Курс содержит большое количество задач, позволяющих добиться начальной беглости в использовании понятий системного подхода.

#### **Задачи дисциплины:**

- научить студентов (как будущих технологических предпринимателей) связывать различные аспекты проекта: потребности заказчиков, инженерное воплощение и операционный менеджмент; не потеряв при переходе между этими описаниями целостности проекта;
- научить находить всех лиц, заинтересованных в проекте и определять их заинтересованности до прямого разговора с ними;
- научить формулировать конкретные требования к проекту из абстрактных интересов стейкхолдеров;
- научить быть в состоянии представлять один и тот же проект специалистам в различных областях и с различными интересами.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**



В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

**знать:**

- что такое архитектура и как отличить важные решения от менее важных;
- как объединять объединить деятельности технопредпринимателя, инженера, менеджера;
- международные стандарты в области системной инженерии.

**уметь:**

- уметь выделять свою систему среди интересов других сторон;
- бороться со сложностью в самых разных проектах;
- уметь делать архитектурное описание системы, выделять важные аспекты;
- пользоваться схемой проекта (возможности, стейкхолдеры, определение и воплощение системы, работы, технологии, команда) для уменьшения проектных рисков.

**владеть:**

- понятиями системной инженерии такими как стейкхолдеры, требования, архитектура, холархия, системы, жизненный цикл;
- методами и инструментами выявления требований, формулирования требований в виде технических заданий.

**Темы и разделы курса:**

1. Как научиться системному мышлению

- Место системного мышления среди других мышлений
- Наш вариант системного подхода – из системной инженерии
- Отношение к терминологии: множественность терминов.

2. Воплощение системы, стейкхолдеры и интересы

- Понятие воплощения системы в 4D экстенционализме
- Театральная метафора: стейкхолдеры
- Стейкхолдерские интересы

3. Системная холархия

- Понятие холона и холархии
- Разнообразие видов целевых систем

- Потребности, требования, ограничения (архитектура)
- Системы систем. Сложность.

#### 4. Целевая и использующая системы

- Признаки целевой системы
- Признаки использующей системы
- Типовые ошибки

#### 5. Определение системы

- Определяемые базовые структуры: компоненты, модули и размещения
- Понятие требований
- Понятие архитектуры

#### 6. Понятие жизненного цикла

- понятие жизненного цикла системы и проекта 1.0
- Жизненный цикл 2.0: это про обеспечивающую систему
- Понятие о практиках и методологиях

#### 7. Вид жизненного цикла

- V-diagram
- Agile-циклы
- Отличие инженерного и менеджерского представления о ЖЦ

#### 8. Системная схема проекта и многомерный жизненный цикл

- Системная схема проекта
- Синхронизация изменений воплощения системы, определения системы, возможностей, стейкхолдеров, команды, работы, технологий.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Современное естествознание и философия науки**

#### **Цель дисциплины:**

- дать представление об основных предпосылках, событиях и методологических основаниях развития европейского естествознания в XIX-XXI веках, а также ключевых направлениях философского осмысления процесса становления естествознания.

#### **Задачи дисциплины:**

- сформировать у студентов представления об основных этапах развития европейского естествознания за последние два столетия;
- познакомить с главными методологическими подходами естественных наук;
- ознакомить с логикой и ключевыми направлениями развития философии науки;
- познакомить с содержанием современных философско-методологических проблем естественных наук.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные события истории естествознания в XIX-XXI веках;
- главные этапы становления естественнонаучной методологии в XIX-XXI вв.;
- историю развития философии науки за последние два столетия;
- основные философско-методологические проблемы современного естествознания.

##### **уметь:**

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, гипотезы, доказательства, законы;
- применять методологию естествознания при организации конкретных исследований;
- дать панораму наиболее универсальных методов и законов классического и современного естествознания.

**Владеть:**

- научной методологией как исходным принципом познания объективного мира;
- принципами выбора адекватной методологии исследования конкретных научных проблем;
- системным анализом;
- знанием исторических и современных форм научной картины мира;

**Темы и разделы курса:**

## 1. Становление классической физики в XVIII-XIX.

«Методологическая программа» П.С.Лапласа. Идеи механицизма, детерминизма и редукционизма. Деятельность Парижской Политехнической Школы и «Великая французская революция в физике». Формирование дисциплинарной структуры классической физики. Семинар Ф. фон Неймана и развитие теоретической физики. Ключевые события в истории термодинамики и электродинамики. Влияние идей классической физики на развитие биологии и социально-гуманитарных наук.

## 2. Квантово-релятивистская революция в физике конца XIX – первой половины XX века. Становление идеала неклассической рациональности.

Три главные проблемы физики: «ультрафиолетовая катастрофа», фотоэффект, явление радиоактивности. Возникновение квантовой теории. Становление квантовой механики и дискуссии о ее интерпретациях. Специальная и общая теория относительности как современные теории пространства-времени. Возрождение космологии. Проблема нового типа рациональности. Необходим ли он?

## 3. Возникновение философии науки. Развитие традиции позитивизма.

«Предметный кризис» в философии второй половины XIX века и возникновения философского позитивизма. «Первый» позитивизм. О.Конт. Дж.Милль. Дж.Уэвелл. Г.Спенсер. «Второй позитивизм». А.Пуанкаре. Э.Мах. П.Дюгем. Логический позитивизм и деятельность Венского кружка. Критика позитивизма в работах У.Куайна. Развитие позитивизма во второй половине XX века. Концепции К.Поппера, Т.Куна, И.Лакатоса и П.Фейерабенда.

## 4. Аналитическая философия, философская феноменология и философия науки.

Философия логического анализа языка Б.Рассела и Дж.Мура, ее влияние на развитие философии науки. Философские концепции Л.Витгенштейна и философия науки. Проект философской феноменологии Э.Гуссерля. Его трансформация в трудах М.Хайдеггера и Ж.Сартра. Взгляды М.Хайдеггера на природу техники.

## 5. «Постнеклассическая» наука второй половины XX в. Междисциплинарность, концепции самоорганизации и конвергенции.

Проблема предметной специализации в современной естествознании и развитие междисциплинарных подходов. Концепция самоорганизации. И.Пригожин. Г.Хакен.

Насколько синергетика революционизирует наши представления о мире? Конвергенция в науке и технологиях. НБИКС-конвергенция: смысл и проблемы.

#### 6. Основные направления и проблемы современной философии науки.

Ключевые направления современной философии науки. Релятивизм. Фаллибилизм. Эволюционная эпистемология. Научная рациональность. Конструктивный эмпиризм Б. ван Фрассена. Феноменологический подход. Три ключевых концепта: реализм, конструктивизм, инструментализм. Проблема реализма и антиреализма. Проблема поиска механизмов роста научного знания. Проблема влияния социального контекста.

#### 7. Философско-методологические проблемы современной биологии, нейронаук, информационных технологий.

Границы применимости редукционизма в современной биологии. Холизм и эволюция. Современные представления философии сознания. Дж. Серл. Д. Деннет. Д. Чалмерс. Развитие концепций сознания в работах Дж. Баарса, С. Деана, С. Грациано. Современная информационная среда. Подходы к ее пониманию в трудах философов-постмодернистов. Проблемы создания искусственного интеллекта и концепция «технологической сингулярности» (И. Гуд, Р. Курцвейл).

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Современные функциональные и конструкционные материалы**

#### **Цель дисциплины:**

- формирование у обучающихся специализированных представлений о видах, химической природе, основных физико-химических свойствах функциональных, конструкционных материалов и их применении в области энергетики.

#### **Задачи дисциплины:**

- углубление базовых фундаментальных и формирование специализированных знаний и представлений о химической природе, физико-химических свойствах, эксплуатационных характеристиках функциональных и конструкционных материалов, применяемых для создания электрохимических накопителей энергии.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные виды функциональных и конструкционных материалов, используемых для создания электрохимических накопителей энергии, их преимущества и недостатки, физико-химические свойства;
- основы технологии получения и обработки функциональных и конструкционных материалов;
- особенности эксплуатационных характеристик функциональных и конструкционных материалов в электрохимических накопителях энергии.

##### **уметь:**

- подбирать материал (класс, состав, химическая природа) для создания отдельных элементов электрохимических накопителей энергии;
- объяснять принципы работы различных функциональных материалов, используемых в электрохимических накопителях энергии, выбирать методы их характеристики;
- анализировать результаты испытаний физико-химических свойств материалов;

- анализировать научную литературу с целью выбора информации о работе, перспективах и характеристиках различных материалов для ХИТ;
- готовить материалы для электрохимических накопителей энергии, включая электродные материалы, мембраны различной природы, жидкие электролиты.

**владеть:**

- основными химическими и физическими теориями и концепциями, описывающими физико-химические свойства функциональных и конструкционных материалов, включая прочностные характеристики, электронную и ионную проводимость, условия применимости материалов;
- основными электрохимическими методами характеристики различных функциональных и конструкционных материалов, используемых в электрохимических накопителях энергии;
- навыками к интерпретации и обсуждения результатов проведенного исследования, основываясь на современной литературе.

**Темы и разделы курса:**

1. Общая классификация материалов

Неорганические, органические, полимерные и гибридные материалы. Основные физико-химические свойства материалов, включая механические свойства, термо- и химическую стойкость, проводимость, оптические свойства, токсичность. Примеры применений в современном мире с фокусом на электрохимические источники энергии, включая металл-ионные батареи и топливные элементы

2. Неорганические функциональные материалы

Неорганические материалы. Оксиды, керамика, соли, металлы. Примеры наиболее часто использующихся неорганических материалов в электрохимических накопителях энергии. Кристаллическая решетка. Дефекты кристаллической решетки. Методы получения неорганических материалов

3. Материалы для термоэлектрических применений

Функциональные материалы. Явление термоэлектричества. Эффект Зеебека и эффект Пельтье. Явление термоЭДС. Принцип действия термоэлектрических элементов. Термоэлектрические модули. Коммерческие термоэлектрические материалы

4. Электронная проводимость

Функциональные материалы. Понятие проводник, полупроводник, диэлектрик. Электронная и ионная проводимость. Твердые и жидкие электролиты.

5. Ионная проводимость

Принцип импедансной спектроскопии для определения проводимости материалов. Измерение Электропроводности соединений со смешанной проводимостью. Определение удельного сопротивления.

## 6. Неорганические наночастицы

Функциональные материалы. Квантовые точки. Углеродные наночастицы: фуллерены, наноалмазы, углеродные нанотрубки. Коллоидная стабильность. Классификация наночастиц и материалов на их основе. Гибридные органо-неорганические материалы. Методы синтеза наночастиц «bottom up» и «top down».

## 7. Получение пленок, мембран, изделий из функциональных неорганических материалов

Функциональные материалы. Методы обработки органических, неорганических и гибридных материалов. Получение пленок, покрытий и мембран методами спинкоатинга, электрораспыления, раствором поливным способом. Изготовление изделий методами формования. Нанолитографические методы.

## 8. Органические материалы в химических источниках тока

Функциональные материалы. Классификация источников тока. Металл-ионные батареи, включая литиевые и натриевые. Металл-воздушные батареи. Топливные элементы. Устройство металл-ионного химического источника тока. Протекающие химические реакции. Тепловой разгон. Требования к стойкости для используемых материалов. Органические материалы. Жидкие электролиты, в том числе на основе органических карбонатов. Ионные жидкости как компонентов электролитов.

## 9. Неорганические материалы в химических источниках тока

Функциональные материалы. Электродные материалы для металл-ионных батарей. Материалы для электродов. Теоретическая емкость. Методы изготовления электродных материалов.

## 10. Изготовление электродных материалов для металл-ионных батарей

Виды связующих компонентов и их роль при изготовлении электродного материала.

## 11. Параметры оценки электродных материалов для металл-ионных батарей

Методы оценки качества электродного материала.

## 12. Электродные материалы для топливных элементов

Функциональные материалы. Принцип действия топливных элементов. Классификация топливных элементов включая элементов-водородно-кислородные топливные элементы, микробные топливные элементы, твердооксидные топливные элементы, Цинково-воздушные топливные элементы, прямые метанольные топливные элементы. Электродные материалы для топливных элементов с протонопроводящей полимерной мембраной

## 13. Керамические твердые проводники для твердопливных элементов и металл-ионных батарей

Функциональные материалы. Физические свойства керамических материалов. Керамические твердые проводники для твердопливных элементов и металл-ионных батарей. NASICON и аналогичные материалы. Особенности работы с керамическими мембранами.

## 14. Комплексы металлов. Катализаторы для топливных элементов



Функциональные материалы. Комплексы металлов. Понятие катализатора. Теория Баландина. Носители для катализаторов. Катализаторы для топливных элементов: платиновые и неплатиновые группы. Условия деградации катализаторов.

#### 15. Тенденции развития функциональных неорганических и гибридных материалов

Функциональные материалы. Тенденции развития функциональных неорганических и гибридных материалов, включая как электрохимические источники тока и топливные элементы, так и другие электрохимические устройства, в том числе «умные стекла», сенсоры и др.

#### 16. Полимеры. Молекулярная масса. Методы синтеза

Функциональные материалы. Полимеры. Строение полимеров, включая основную и боковую цепь. Классификация по природе (синтетические и биополимеры), по природе основной полимерной цепи (карбоцепные и гетероцепные), по макромолекулярной архитектуре (сшитые, линейные, гребнеобразные, привитые, дендримеры и др.). Молекулярная масса. Понятие среднечисловой и средневесовой молекулярной массы. Полидисперсность. Связь молекулярно-массовых характеристик со свойствами полимеров. Методы синтеза. Свободнорадикальная полимеризация с различными методами инициирования (термо-, УФ- и радиационное инициирование). Методы синтеза с контролем молекулярной массы: живая и псевдоживая радикальная полимеризация. Поликонденсация.

#### 17. Растворы полимеров

Функциональные материалы. Растворы полимеров. Вязкость полимеров и их растворов. Понятие хороший, плохой и  $\theta$ -растворитель. Состояние полимера в растворе. Влияние параметров раствора полимера на изделия и пленки на основе полимеров.

#### 18. Механика полимеров. Фазовые переходы

Функциональные материалы. Понятие сегмента Куна. Температура плавления, стеклования и кристаллизации. Кристалличность полимеров. Стеклообразное, вязкотекучее и высокоэластичное состояние полимеров. Кривые деформации полимеров для различных фазовых состояний. Релаксационные процессы в полимерах.

#### 19. Проводимость полимерных материалов

Функциональные материалы. Классификация полимерных материалов. Композиты на основе полимеров. Проводимость полимерных материалов. Полимеры с электронной проводимостью, включая полипиррол, полианилин, поли(3,4-этилендиокситиофен). Введение проводящих добавок (сажа, углеродные наночастицы и др) в полимеры для придания им проводящих свойств. Ионная проводимость в полимерах. Полиэлектролиты.

#### 20. Методы обработки полимерных материалов

Функциональные материалы. Методы обработки полимерных материалов. Формование, литье, экструзия, аддитивные технологии.

#### 21. Получение пленок, мембран, покрытий

пинкоатинг, электрораспыление и электроспиннинг, литографические методы.

#### 22. Твердые полимерные электролиты для металл-ионных батарей

Функциональные материалы. Методы получения. Полимерные электролиты на основе полиэтиленоксида.

#### 23. Гелевые полимерные электролиты для металл-ионных батарей

Наполнение полимерных мембран солями. Ионные жидкости как компоненты полимерных мембран.

#### 24. Твердые и гелевые полимерные электролиты для топливных элементов и других электрохимических устройств

Твердые и гелевые полимерные электролиты для топливных элементов и других электрохимических устройств.

Функциональные материалы. Структура перфторированных сульфосодержащих полимеров Nafion и Aquion. Полибензимидазолы и др. полимеры для топливных элементов.

#### 25. Стимул-чувствительные материалы. Сенсоры

Стимул-чувствительные материалы. Сенсоры.

Функциональные материалы. Стимул-чувствительные материалы на основе полимерных и гибридных материалов. Сенсоры: оптические, температурные, сенсоры давления. Сенсоры для определения теплового разгона в металл-ионных батареях

#### 26. Конструкционные металлические материалы

Конструкционные металлические материалы.

Конструкционные материалы. Металлические материалы. Металлы и сплавы. Методы переработки. Прочностные характеристики и применение

#### 27. Конструкционные неметаллические материалы

Конструкционные неметаллические материалы.

Конструкционные материалы. Неметаллические материалы. Графит, керамика, полимеры. Прочностные характеристики и применение.

28. Композиционные полимерные материалы. Углепластики. Армированные полимеры.  
Применение

Композиционные полимерные материалы. Углепластики. Армированные полимеры.  
Применение.

29. Цифровое материаловедение

Конструкционные материалы. Моделирование свойств, в том числе прочностных свойств.

30. Тенденции развития полимерных функциональных и конструкционных материалов

Тенденции развития полимерных функциональных и конструкционных материалов.

Тенденции развития полимерных функциональных и конструкционных материалов, включая как электрохимические источники тока и топливные элементы, так и другие электрохимические устройства, в том числе «умные стекла», сенсоры и др.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Спектроскопия веществ и материалов. Спектральные базы данных**

#### **Цель дисциплины:**

Целью курса является ознакомление обучающихся с основными принципами современных спектральных методов физико-химических исследований веществ и материалов, использованных в изобразительном искусстве при создании объектов культурного наследия.

#### **Задачи дисциплины:**

Формирование базовых знаний и представлений о фундаментальных законах взаимодействия излучений с веществом, а также основных принципах спектральных методов исследования состава и строения веществ и материалов, использованных в изобразительном искусстве при создании объектов культурного наследия, техники проведения современных спектральных исследований, методов пробоподготовки и интерпретации полученных результатов, в том числе с использованием спектральных баз данных.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- теоретические основы методов исследования строения и состава веществ и материалов
- физические принципы работы оборудования для проведения спектральных исследований веществ и материалов;
- специфику различных физико-химических методов изучения строения вещества и области их применимости;
- критерии оценки статистической значимости экспериментальных данных.

##### **уметь:**

- планировать стратегию установления состава и строения веществ и материалов, использованных в изобразительном искусстве при создании объектов культурного наследия;

- готовить образцы для проведения различных спектральных исследований состава и строения веществ и материалов;
- использовать современные спектральные приборы и различные методики проведения экспериментов;
- обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, полученные с помощью спектральных методов исследования состава и строения веществ и материалов в том числе с использованием спектральных баз данных.

**владеть:**

- методологией выбора и использования спектральных методов исследования необходимых для установления состава и строения того или иного веществ и материалов, использованного в объекте культурного наследия;
- способами работы с современными базами спектральных данных веществ и материалов;
- способами интерпретации данных, полученных различными физико-химическими методами исследования строения вещества;
- методологией сопоставления и критической интерпретации массива данных, полученных всей совокупностью использованных спектральных методов исследования состава и строения веществ и материалов.

**Темы и разделы курса:**

1. Введение

Основные сведения о принципах взаимодействия электромагнитного излучения с веществом. Классификация спектральных методов.

2. UV-VIS-NIR спектроскопия

Физические основы UV-VIS-NIR спектроскопии и характер получаемой в результате данного исследования информации о веществе. Принципиальное устройство UV-VIS-NIR спектрофотометров и их практически важные конфигурации. Практическое применение UV-VIS-NIR спектроскопии при исследовании веществ и материалов.

3. ИК-спектроскопия

Физические основы ИК-спектроскопии. Принципы работы ИК спектрометров и регистрации ИК-спектров. Особенности и преимущества спектроскопии с преобразованием Фурье в различных вариантах (FTIR, ATR-FTIR, DRIFTS); Методы и приемы подготовки проб в ИК спектроскопии. Примеры структурного анализа органических соединений по ИК спектру. Визуализационная спектроскопия (imaging spectroscopy) и её применение при исследовании предметов искусства. Базы данных ИК спектров

4. Спектроскопия комбинационного рассеяния

Физические основы спектроскопии комбинационного рассеяния (Рамановской спектроскопии). Принципиальное устройство спектрометра комбинационного рассеяния. Практическое применение спектроскопии комбинационного рассеяния. Примеры анализа

спектров неорганических соединений по спектрам КР. Базы данных спектров комбинационного рассеяния.

#### 5. Люминесцентная спектроскопия

Понятие о процессах люминесценции в веществе. Механизмы возбуждения при флуоресценции и фосфоресценции. Принципиальное устройство приборов для люминесцентной спектроскопии и их отличие от приборов для абсорбционной спектроскопии. Возможности метода по исследованию строения веществ и материалов. Практическое применение методов люминесцентной спектроскопии.

#### 6. Рентгеновская спектроскопия

Виды рентгеноспектральных методов исследования. Рентгенофлуоресцентный анализ: принцип метода, устройство приборов, примеры практического применения для анализа состава веществ и материалов. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия: принцип метода, устройство приборов, примеры практического применения для исследования строения веществ и материалов

#### 7. Методы лазерной спектроскопии

Виды лазерной спектроскопии. Спектроскопии лазерно-индуцированного пробоя (LIBS): принцип метода, устройство приборов, примеры практического применения для анализа состава веществ и материалов в составе объектов культурного наследия.

#### 8. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса

Основы ЯМР-спектроскопии. ЯМР-спектры. ЯМР-спектрометры. Практическое применение ЯМР-спектроскопии

#### 9. Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса

Основы ЭПР-спектроскопии. ЭПР-спектры. ЭПР-спектрометры. Практическое применение ЭПР-спектроскопии.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы

### Спецпрактикум по физике твердого тела

#### Цель дисциплины:

• освоение экспериментальных методов объемных (упругих, тепловых, электрических, химических, магнитных и т.д.) и поверхностных свойств твердых тел; изучения твердых тел (металлов, диэлектриков, полупроводников, магнетиков, композитных материалов) с учетом структуры, симметрии и типов химических связей в них, а также базовые приложения различных эффектов и свойств твердых тел.

#### Задачи дисциплины:

- формирование практических навыков в экспериментальной области физики твердого тела и физического материаловедения;
- освоение работы на современных исследовательских установках для структурного анализа электронной и атомно-силовой микроскопии, нанотвердометрии, электрических измерений полупроводниковых структур, ВЧ акустических исследований твердых тел и др.;
- приобретение практических умений и навыков в организации экспериментального и теоретического моделирования физических процессов в твердых телах.

#### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- современные проблемы физики твердого тела и физического материаловедения;
- теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в физике твердого тела и ее приложениях;
- принципы симметрии и законы сохранения;
- постановку проблем физико-химического моделирования.

##### уметь:

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;

- работать на современном экспериментальном оборудовании;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
- оценивать физические параметры материалов (проводимость, диэлектрические и магнитные свойства, термодинамические функции, дефектообразование) по экспериментальным данным;
- планировать оптимальное проведение эксперимента.

**владеть:**

- планированием, постановкой и обработкой результатов физического эксперимента;
- научной картиной мира;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории на современном экспериментальном оборудовании;
- оценивать физические параметры материалов (проводимость, диэлектрические и магнитные свойства, термодинамические функции) по экспериментальным данным;
- методами квантово-механического описания простейших квантовых систем, входящих в состав элементов электроники, способами расчетов проводимости, диэлектрических и магнитных свойств теплоемкости;
- математическим моделированием физических задач.

**Темы и разделы курса:**

1. Исследование оптических свойств твердых тел

- а) фотолюминисценция;
- б) спектроскопия резонансного комбинационного рассеяния;
- в) фурье-спектроскопия ИК-поглощения и отражения.

2. Просвечивающий микроскоп

Электронно-микроскопические исследования с использованием просвечивающего электронного микроскопа.

3. Исследование акустических свойств материалов и пьезоэлектрических слоистых структур и их зависимости от давления и температуры

- а) метод длинного импульса;
- б) импульсный эхо-метод.

4. Свойства наноструктурных металлоуглеродных материалов



Исследование транспортных, калориметрических и механических свойств наноструктурных металлоуглеродных материалов.

#### 5. Изучение фазовых переходов при высоких давлениях

Методы спекания объемных образцов керамик и изучение фазовых переходов при высоких давлениях.

#### 6. Атомно-силовая микроскопия

а) зондовая нанолаборатория;

б) сканирующий нанотвердомер.

#### 7. Методы компьютерного моделирования углеродных материалов

Исследование свойств наноструктур на основе алмаза методами компьютерного моделирования.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Стратегии коммерциализации НИОКР: оценки, сценарии, продвижение и технологии**

#### **Цель дисциплины:**

формирование у слушателей системного представления и профессиональных компетентностей в сфере коммерциализации результатов НИОКР и технологий. Предлагаемый курс также даст слушателям возможность ознакомиться с мировым опытом в этой области, узнать на практических примерах, как происходит коммерциализация технологий в ведущих в этой сфере экосистемах в мире.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и ключевых метрик) в маркетинге
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков, необходимых для создания инновационных продуктов
- оказание консультаций и помощи студентам в создании собственных инновационных проектов и продуктов.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные стратегии и сценарии коммерциализации результатов научных исследований и разработок;
- наиболее значимые аспекты трансфера технологий;
- назначение и особенности функционирования отдельных элементов инфраструктуры рынка инноваций;
- об особенностях инновационного маркетинга;
- о методологии оценки коммерческого потенциала результатов исследований и разработок;
- об управлении интеллектуальной собственностью в проектах создания новых технологий;

- методы выявления и анализа рисков конкретных рынков инноваций с учетом страновой, региональной и отраслевой специфики;
- основные элементы инфраструктуры рынка инноваций, используемые для снижения рисков инновационных бизнес-проектов;
- институты финансово-кредитной инфраструктуры, механизмы государственной и международной поддержки инновационной деятельности;
- особенности взаимодействия инноваторов с инновационными посредниками, а также потребителями и производителями наукоемкой продукции;
- основные элементы, составляющие инновационную экосистему;
- типы инноваций и как на практике компании строят инновационную стратегию;
- основы технологической стратегии компаний и стандартные методы подхода к анализу стратегии.

**уметь:**

- оценивать коммерческие перспективы инноваций;
- выявлять и анализировать риски конкретных рынков инноваций с учетом страновой, региональной и отраслевой специфики;
- выявлять и оценивать риски участников процесса коммерциализации результатов НИОКР и технологий – разработчиков, предпринимателей и инвесторов;
- использовать элементы инфраструктуры рынка инноваций для снижения рисков инновационных бизнес-проектов;
- использовать институты финансово-кредитной инфраструктуры, государственную поддержку и международные связи, включая инвестиционные фонды;
- организовать эффективное взаимодействие с инновационными посредниками, а также потребителями и производителями наукоемкой продукции в процессе создания и последующего распространения инновационного продукта в хозяйственной сфере.

**владеть:**

- терминологией рынка инноваций, в частности, рынка интеллектуальной собственности, исследований и разработок;
- методами поиска, концентрации, анализа и представления информации, способствующей изучению преподаваемого курса;
- начальными навыками ведения деловых переговоров;
- начальными навыками построения бизнес плана и презентаций для инвесторов.

**Темы и разделы курса:**

## 1. Ценность научного результата. Функции современной науки

1. Современная экономика знаний прав и инноваций. Востребованность результатов исследований и разработок.

2. Идеи Шумпетера об экономическом развитии. Фигура предпринимателя. Инновация как новая комбинация факторов производства. 5 видов инноваций по Шумпетеру.

3. 7 источников инновационных возможностей по Друкеру.

4. Ценность научных занятий и их результатов глазами ученых, государства, бизнеса и налогоплательщика. Наука до и после 1-ой промышленной революции. Новая научная парадигма: «как устроено?» + «как сделать?».

5. Почему и кто платит за фундаментальные, поисковые и прикладные исследования и разработки и что ожидает взамен? Критерии успеха. Проблемы конверсии оборонных разработок. Перепроизводство и утрата знаний. Национальная специфика в науке.

6. Цена работы и цена результата. Идентификация результатов НИОКР. Результаты НИОКР - основа интеллектуальной собственности. Кто правообладатель? Связь рисков и прав.

## 2. Стратегии и формы коммерциализации результатов научных исследований и разработок

1. Идентификация результатов.

2. Формы коммерциализации, неотделимые от носителя.

3. Формы коммерциализации, отделимые от носителя.

4. Основные стратегии и сценарии коммерциализации.

## 3. Беглая оценка коммерческого потенциала результатов научных исследований и разработок.

1. Патентно-конъюнктурный поиск и другие способы использования опыта экспертов для формирования перечня возможных приложений результатов научных исследований и разработок.

2. Селекция и формулирование ценностных предложений. Цепочка «отличие – преимущество – выгода».

3. Идентификация (выявление) собственных ключевых компетенций.

4. Для реализации каждого из ценностных предложений к ключевому техническому решению обычно необходимо добавить специфический комплекс технических решений и чаще всего из другой области техники.

5. Соотношение структуры комплекса технических систем и структура нематериального актива (портфеля прав). Предпосылки к управлению инновационным проектом.

## 4. Управление интеллектуальной собственностью

1. Базовые понятия интеллектуальной собственности (ИС).

2. Принципы и подходы к управлению интеллектуальной собственностью при ведении научных исследований и разработок.
  3. Идентификации результатов интеллектуальной деятельности.
  4. Состав юридически значимых действий при ведении научных исследований и разработок, направленных на создание ИС и нематериальных активов.
  5. Структура нематериального актива как портфеля прав на объекты ИС.
- 
5. Поиск потенциальных партнеров – экспертов, предпринимателей и инвесторов
    1. Определение дистанции до выхода на рынок (Technology Readiness Level – TRL)
    2. Влияние TRL на выбор партнеров и сценарий коммерциализации.
    3. Трансляционные барьеры и их преодоление.
    4. Выбор потенциальных партнеров.
- 
6. Упаковка результатов научных исследований и разработок для продвижения на рынок
    1. Это всегда проект формирования активов = построения или улучшения бизнеса.
    2. Структура упаковки по плану «отличие – преимущество – выгода». Формулировка предложений и ожиданий.
    3. Учет трансляционных барьеров.
    4. Специфика презентаций инновационных проектов. Аудитория, формат, момент.
    5. Интересно, понятно, коротко.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Структурные формы углерода**

#### **Цель дисциплины:**

- ознакомление студентов с методами получения углеродных структур и рассмотрение причин формирования различных форм углерода, в частности нанотрубок.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний в области физического материаловедения как дисциплины, интегрирующей общефизическую и общетеоретическую подготовку физиков и обеспечивающей технологические основы современных инновационных сфер деятельности;
- изучение способов получения одностенных углеродных нанотрубок;
- приобретение практических умений и навыков в организации экспериментального и теоретического исследования в области получения углеродных нанотрубок в зависимости от применения различных катализаторов.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- современные проблемы физики, химии, математики;
- теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в физике и ее приложениях;
- принципы симметрии и законы сохранения;
- новейшие открытия естествознания;
- постановку проблем физико-химического моделирования;
- о взаимосвязях и фундаментальном единстве естественных наук;
- новые перспективные методы роста углеродных материалов.

##### **уметь:**

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- работать на современном экспериментальном оборудовании;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
- планировать оптимальное проведение эксперимента.

**владеть:**

- планированием, постановкой и обработкой результатов физического эксперимента;
- научной картиной мира;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории на современном экспериментальном оборудовании;
- математическим моделированием физических задач.

**Темы и разделы курса:**

1. Множество структурных форм углерода

Гомоядерные связи. sp-гибридизация. Структурные формы углерода за счет включения гептагонов, пентагонов и т.д. Аллотропные формы углерода: алмаз, графит, карбин. Классификация по Хейману с соавторами: первая и вторая группы. «Фазовая» диаграмма углеродных форм. Промежуточные формы углерода из подгруппы А и из подгруппы В. Различные углеродные формы в газовой и твердой фазе. Структуры сложной формы: цепочки из наночастиц, спиральные нанотрубки и нити, закрученные нанотрубки, bamboo-shaped нанотрубки, конусы и конические нанотрубки, геликоидальные и тороидальные структуры. Использование катализаторов. Bead-like структуры.

2. Новые перспективные методы роста углеродных материалов

Методы роста с использованием жидких углеродсодержащих прекурсоров: метод на подаче паров жидкого углеводорода и катализаторов потоке несущего газа в реакционную зону трубчатой печи, метод стационарного размещения катализатора, метод синтеза непосредственно в жидком прекурсор. Метод плавающего катализатора: схемы метода spraying, схема метода pumping, отдельная подача паров углеводородов и паров катализатора. Метод со стационарным размещением катализатора и его схема. Синтез в жидкой фазе. Методы роста с использованием твердых углеродсодержащих прекурсоров. Синтез с использованием углеродного порошка. Термообработка сахарозы без катализатора. Термическое разложение камфоры – C<sub>10</sub>H<sub>16</sub>O/: Жидкие углеродсодержащие прекурсоры. Результаты экспериментов с различными прекурсорами в методах floating (spray), floating (nebulized spray), floating, floating (pumping), floating (отдельная подача) стационарное размещение катализатора. Выводы.

### 3. Однослойные нанотрубки – SWNT

Свойства SWNT. Способ получения SWNT. Arc-метод получения. Области применения SWNT. Механизм зародышеобразования и роста. Методы получения одностойных нанотрубок: электродуговой, лазерный, разложение углеводородов и CO, метод пульсирующего электроразряда. Наличие металлического катализатора. Характеристики arc метода. Принципиальная схема установки метода лазерного облучения. Характеристика метода лазерного облучения. Схема устройства метода разложения углеводорода. Схема устройства пиролиза с катализатором Fe(CO)<sub>5</sub> Приготовление катализатора. Параметры методов CVD. Безкатализаторные методы синтеза SWNT. Катализаторы и активаторы. Виды катализаторов, процентное соотношение, исходное состояние металла-катализатора.

Методы исследования: рамановская спектроскопия, рентгеновская дифракция, электронная дифракция, ИК спектроскопия.

Морфология углеродных осадков и микроструктура SWNT. Роль давления газа в arc-методе, в laser методе, при CVD методе. Оптимальные температуры роста нанотрубок. Схемы методов синтеза SWNT. Зависимости интенсивности излучения лазера и температуры окружающей среды и давления на получение SWNT. Механизмы роста SWNT: рост по механизму ПЖК, рост с катализаторами из редкоземельных элементов, рост при одновременном испарении и соконденсации атомов углерода и металла-катализатора. Механизмы роста при лазерном облучении. Получение длинных трубок и формирование окончательных структур в виде связок и ниток.

### 4. Получение нанотрубок различными методами

Рост между лазерными следами. Рост из нанопор подложки. Состав и структура подложки. Рост нанотрубок на подложке из пористого кремния. Рост перпендикулярно гладкой поверхности подложки. Рост нанотрубок методом PE-HF-CVD. Рост с использованием теневой маски на пористой поверхности подложки. Рост в потоке газа. Параметры процесса. Схема метода роста в потоке газа. Рост на поверхности кристалла SiC при его сублимации в вакууме (без катализатора). Темплетный метод роста при пиролизе углеводородов в прямых каналах пористых оксидных мембран без катализатора.

### 5. Получение углеродных нанотрубок в процессе разложения CO

Получение углеродных нанотрубок в процессе разложения CO. Преимущества этого метода. Исследован я реакции Будуара. Катализаторы.

Механизм каталитического роста нанотрубок. Катализаторы – металлы. Исследования реакции Будуара методами атмосферного давления, методом высокого давления. Механизм каталитического роста нанотрубок. Превращение CO. Состав и расход газовой смеси. Катализаторы: размер и форма частиц, химический состав. Применяемые катализаторы. Повышение активности катализатора. Соотношение углерод/металл. Предварительные экспериментальные результаты: эксперименты при высоком давлении, эксперименты в кварцевом реакторе. Анализ результатов. Стратегия роста нанотрубок под высоким давлением.

### 6. Углеродные сферические частицы



Углеродные сферические частицы (Carbon onions, nanocapsules, carbon spheres). Возникновение «онионов». Методы получения онионов. Электронное облучение аморфных нитей, ленточных структур, нанотрубок и наночастиц, алмазных частиц. VN и BCN материалов. Сферические онионы. Нестабильность онионов. Облучение метастабильной формы углерод – алмаз. Закономерности превращения алмаза в графит. Получение nanocapsules. Карбонизация в присутствии катализатора из оксидов с переменной валентностью.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Теория и практика физических методов в химии**

#### **Цель дисциплины:**

Целью курса "Теория и практика физических методов в химии" является ознакомление обучающихся с основными принципами работы на современных приборах для исследования физико-химических свойств вещества и статистическими методами обработки полученных результатов

#### **Задачи дисциплины:**

формирование базовых знаний и представлений о фундаментальных законах и основных методах исследования свойств и структуры вещества, получение практического навыка в проведении различных видов анализа свойств и структуры вещества, подготовки образцов для подобного анализа и интерпретации полученных результатов

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- теоретические основы методов исследования строения и физико-химических свойств
- физические и химические принципы работы оборудования и приборов проведения исследований вещества;
- основные конструкционные элементы измерительных приборов, применяемых для методов исследования вещества, и их назначение;
- специфику различных физико-химических методов изучения строения вещества и области их применимости;
- критерии оценки статистической значимости экспериментальных данных.

##### **уметь:**

- планировать стратегию установления строения вещества;
- обрабатывать экспериментальные данные, полученные с помощью физико-химических методов исследования вещества с использованием основных методологических принципов;

- использовать современные приборы и методики, проводить и организовывать эксперименты;
- готовить образцы для проведения различных исследований свойств и структуры материалов.

**владеть:**

- практическими навыками использования современных приборов и методик для исследования химических соединений различной природы, проведения и организации экспериментов и испытаний, обработки и анализа результатов;
- способами интерпретации данных, полученных различными физико-химическими методами исследования строения вещества;
- методологией использования современных физико-химических методов изучения строения вещества;
- методологией сопоставления и критической интерпретации массива данных, полученных всей совокупностью использованных физико-химических методов исследования строения вещества.

**Темы и разделы курса:**

1. Введение

Цели и задачи дисциплины.

2. Метрологические и статистические основы обработки результатов эксперимента

Понятие об измерении и шкале. Номинальная и ординальная шкалы. Относительные и абсолютные погрешности, погрешность косвенных измерений. Обнаружение промахов. Измерения как реализация выборки из генеральной совокупности. Несмещенные оценки параметров распределения. Нормальное распределение, распределения Стьюдента, Фишера и хи-квадрат. Определение параметров аппроксимирующих функций. Проверка статистических гипотез. Ошибки первого и второго рода. Использование методов непараметрической статистики. Шумы при измерениях и их влияние на погрешности. Модуляционные методы натурального эксперимента. Информационно-экспертные системы как основа проведения натурального эксперимента. Основы регрессионного и дисперсионного анализа. Особенности технологического эксперимента. Понятие о планировании эксперимента. Перспективные методы статистической обработки результатов натурального эксперимента

3. Спектроскопия протонного магнитного резонанса

Явление ядерного магнитного резонанса. Основные характеристики одномерных спектров ЯМР – химический сдвиг, константы спин-спинового взаимодействия. Подход к анализу спектров ЯМР первого порядка. Особенности интерпретации спектров сильно связанных систем. Подготовка образца к исследованию. Основные блоки спектрометра. Стадии регистрации спектра: настройка добротности резонатора, шиммирование магнитного поля, обработка спадов свободной индукции. Принципы выбора параметров регистрации спектра

#### 4. Релаксационные процессы в спектроскопии ЯМР

Интенсивность поглощения. Релаксационные процессы в спектроскопии ЯМР. Понятие о спин-решеточной и спин-спиновой релаксации. Анизотропия электронного экранирования. Спин-вращательное взаимодействие. Квадрупольное взаимодействие. Время корреляции. Спиновое эхо. Последовательность КППМГ. Экспериментальное определение времен релаксации T1 и T2. Понятие о динамическом ЯМР, примеры динамических процессов, исследованных методом ДЯМР. Временная шкала метода ДЯМР

#### 5. Спектроскопия ЯМР на гетероядрах и двумерная спектроскопия ЯМР

Химические сдвиги гетероядер и константы спин-спинового взаимодействия с участием гетероядер (<sup>13</sup>C, <sup>19</sup>F, <sup>31</sup>P, переходные и непереходные металлы). Перенос поляризации на ядра с низкой чувствительностью. Основные принципы двумерной спектроскопии ЯМР, гетеро- и гомоядерная двумерная корреляционная спектроскопия. Двумерные импульсные методики, основанные на ядерном эффекте Оверхаузера. Определение строения неизвестного органического соединений на основе спектров COSY, NOESY, HSQC и HMBSC. Диффузионно-упорядоченная спектроскопия DOSY. Многомерная спектроскопия ЯМР в структурной биологии

#### 6. Принципы работы на современных ИК и УФ-вид спектрометрах

Особенности взаимодействия излучения с веществом. Характеристическое время различных спектроскопических методов. Применение спектральных методов для структурного анализа органических соединений. Валентные колебания, деформационные колебания, обертоны и комбинационные полосы. Молекулярные термы. Избирательное поглощение важнейших ауксохромных и хромофорных групп. Правила Вудворда-Физера. Характеристическое поглощение важнейших структурных фрагментов и функциональных групп органических соединений. Структурные области ИК спектра. Принцип работы ИК спектрофотометра. Примеры структурного анализа органических соединений по ИК спектру. Принцип работы УФ спектрофотометра. Примеры структурного анализа ненасыщенных органических соединений по спектру поглощения в ближней области УФ спектра. Электронные переходы, их классификация и правила отбора. Колебательная и вращательная структура спектров. Классификация и отнесение электронных переходов в органических молекулах.

#### 7. Проведение рентгенодифракционного эксперимента

Рассеяние рентгеновских лучей электроном, атомом. Атомный фактор рассеяния. Рассеяние рентгеновских лучей кристаллом. Понятие структурной амплитуды и структурного фактора. Расчет структурных амплитуд. Понятие фактора Лоренца и поляризационного фактора. Интенсивность отражений. Предварительные исследования и получение данных для структурных определений. Законы погасания. Определение параметров элементарной ячейки методами Лауэ. Регистрация рентгеновского излучения. Рентгеновские дифрактометры (с точечными детекторами, с координатными детекторами). Отбор и центрировка кристалла на монокристалльном дифрактометре. Знакомство с программными комплексами для структурной расшифровки. Критерии оценки правильности структурного уточнения

#### 8. Электрохимические методы

Электрохимическая цепь и электрохимическая реакция. Основные процессы, протекающие на электродах в электрохимической ячейке. Кинетика электрохимических процессов.

Неравновесные явления в растворах электролитов. Поляризационная кривая. Классификация методов. Потенциометрия. Потенциометрическое титрование с неполяризованными и поляризованными электродами. Зависимость формы кривой и скачка потенциалов от различных факторов. Титрование в водных и неводных средах. Способы обнаружения конечной точки титрования. Кулонометрия. Теоретические основы кулонометрического метода анализа и его классификация. Условия проведения кулонометрических измерений. Прямая потенциостатическая и гальваностатическая кулонометрия. Кулонометрическое титрование, его возможности и преимущества. Вольтамперометрия. Явления поляризации и перенапряжения. Современные варианты вольтамперометрии: импульсные (нормальный и дифференциальный), переменноточковый (с фазовой и временной селекцией аналитического сигнала), инверсионные (вольтамперометрия и хронопотенциометрия). Их особенности. Метрологические характеристики, возможности и ограничения методов. Амперометрическое титрование (кривые титрования, выбор потенциала, электроды). Особенности амперометрического титрования с одним и двумя поляризованными электродами; объекты анализа, характеристики метода. Кондуктометрия. Прямая низкочастотная кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Использование кондуктометрических датчиков в хроматографии и других методах анализа

#### 9. Масс-спектрометрия для качественного и количественного анализа

Основные блоки масс-спектрометра. Основные подходы к ионизации – электронный удар, химическая ионизация, FAB, электроспрей, химическая ионизация при атмосферной давлении, фотоионизация при атмосферном давлении, MALDI. Различные системы ввода образца, ограничения на диапазон изучаемых веществ. Типы и принципы работы масс-анализаторов (квадруполь, ионная ловушка, магнитный сектор, времяпролетный). Фурье-масс-анализаторы (орбитрап, ион-циклотронный резонанс). Тандемные методики, тройной квадруполь, MS/MS. Интерпретация масс-спектров, полученных путем ионизации электронным ударом при использовании библиотек спектров и в их отсутствии. Ассоциаты ионов в ESI-MS спектрах. Пробоподготовка, подходы к выбору методики для конкретной химической задачи. Масс-спектрометрия для изучения строения высокомолекулярных соединений

#### 10. Методы разделения и концентрирования. Хроматография

Классификация хроматографических методов по применяемым фазам, механизмам разделения и технике эксперимента. Методы получения хроматограмм (фронтальная, элюентная и вытеснительная хроматография). Эффективность и селективность хроматографического разделения. Концепция теоретических тарелок и ее недостатки. Уравнение Ван-Деемтера. Общие подходы к оптимизации процесса хроматографического разделения веществ. Способы осуществления хроматографического процесса. Особенности хроматографических колонок. Способы элюирования веществ. Детекторы. Виды жидкостной и газовой хроматографии, сорбционные методы

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Теория радиационных процессов**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение физических основ теории переноса теплового излучения, основанных на подходах квазиклассической и квантовой теории.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний в области теории переноса теплового излучения;
- приобретение теоретических знаний в области теории переноса селективного теплового излучения;
- изучение способов получения уравнения переноса теплового излучения и методах его решения;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области переноса теплового излучения;
- освоение студентами базовых знаний для дальнейшего изучения явлений физической механики (газовые разряды, физика ударных волн, релаксационные процессы в физико-химической механике, излучательные свойства газовых потоков).

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия, законы, теории классической и современной физики;
- порядки численных величин, характерные для различных разделов физики;
- современные проблемы физики, химии, математики;
- методы физической механики, разработанные на базе квазиклассических и квантовых представлений;
- математический аппарат теории переноса теплового излучения.

**уметь:**

- абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных физических ситуаций;
- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач и технологических задач;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- производить численные оценки по порядку величины;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и методы компьютерной физики;
- получать наилучшие значения измеряемых величин и правильно оценить степень их достоверности;
- работать на современных компьютерах и суперкомпьютерах;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- культурой постановки и моделирования физических задач;
- навыками грамотной обработки результатов численного моделирования и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

**Темы и разделы курса:**

1. Вероятности квантовых переходов и правила отбора в дипольном приближении. Время жизни возбужденных состояний. Сила осциллятора. Коэффициенты Эйнштейна.

Введение понятий вероятностей квантовых переходов. Формулировка правил отбора в дипольном приближении. Определение понятия времени жизни возбужденных состояний. Вывод формулы для силы осциллятора.

Введение коэффициентов Эйнштейна. Получение формулы для естественной ширины уровней энергии и спектральных линий.

2. Виды движения в молекулах и типы молекулярных спектров.

Связь квазиклассических и квантовых представлений при описании видов движения в молекулах. Классификация типов молекулярных спектров.

### 3. Классификация методов решения уравнения переноса.

Классификация методов решения уравнения переноса. Приближения предельных оптических толщин.

### 4. Методы дискретных ординат и дискретных направлений

Методы дискретных ординат и дискретных направлений. Основные пути выбора и расчета.

### 5. Методы интегрирования уравнения переноса по угловым переменным.

Простейшие методы. Модель плоского слоя, Метод Шварцшильда-Шустера, диффузионное приближение, метод Эддингтона.

### 6. Методы стохастического моделирования

Методы стохастического моделирования. Основные примеры.

### 7. Методы сферических гармоник.

Методы сферических гармоник. Граничные условия Марка и Маршака.

### 8. Мощности испускания и поглощения. Заселенности квантовых уровней. Коэффициент поглощения. Неравновесные спектры испускания и их интенсивности. Контурные спектральных линий. Уширение спектральных линий.

Получение соотношений для мощности испускания и поглощения.

Формулировка кинетических уравнений для заселенности квантовых уровней.

Получение обобщенной формулы для коэффициента поглощения.

Введение понятий неравновесных спектров испускания и их интенсивности. Классификация контуров спектральных линий. Разные типы уширения спектральных линий.

### 9. Основные характеристики теории переноса теплового излучения.

Определение понятия спектральной интенсивности излучения. Физический смысл моментов спектральной интенсивности. Феноменологическое определение коэффициентов поглощения, испускания и рассеяния. Определение коэффициентов Эйнштейна. Связь коэффициентов поглощения и испускания с коэффициентами Эйнштейна.

### 10. Уравнения переноса излучения по спектру

Проблемы и методы интегрирования уравнения переноса излучения по спектру.

### 11. Спектры электромагнитного излучения.

Классификация спектров электромагнитного излучения. Классификация уровней энергии атомов и молекул, Классификация радиационных переходов в газах и плазме.

### 12. Уравнение переноса селективного теплового излучения



Уравнение переноса селективного теплового излучения. Вывод и применение. Примеры.

13. Фундаментальные законы теплового излучения. Законы Планка, Кирхгофа, Ламберта, Бугера. Принцип детального равновесия. Приближение локального термодинамического равновесия.

Формулировка законов Планка, Кирхгофа, Ламберта, Бугера. Определение принципа детального равновесия. Приближение локального термодинамического равновесия.

Вывод уравнения переноса селективного теплового излучения.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Термодинамика конденсированного состояния**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение экспериментальных и теоретических методов исследований термодинамических свойств конденсированного вещества при высоких давлениях и температурах, полуэмпирических методов расчета и применению полученных знаний на практике.

#### **Задачи дисциплины:**

- изучение экспериментальных методов исследования при высоких давлениях и температурах,
- ознакомление с первопринципными методами расчета термодинамических свойств конденсированного вещества;
- изучение математических и физических требований к уравнениям состояния для практических расчетов, изучение принципов построения полуэмпирических уравнений состояния;
- формирование у магистрантов способности оперировать полученными знаниями для оценок термодинамических свойств вещества, ставить задачи и уметь планировать исследования при высоких давлениях и температурах.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия, законы, теории классической и современной физики;
- порядки численных величин, характерные для различных разделов физики;
- современные проблемы физики, химии, математики;
- основы физики твердого тела, жидкого состояния, плазмы, ударных волн в конденсированных средах;
- экспериментальные методы исследований термодинамических свойств веществ при высоких давлениях и температурах;

- теоретические методы расчета термодинамических свойств веществ при высоких давлениях и температурах;
- практические требования к уравнениям состояния и принципы построения полуэмпирических моделей уравнений состояния.

**уметь:**

- абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных физических ситуаций;
- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных, прикладных и технологических задач;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- производить численные оценки по порядку величины;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- видеть в технических задачах физическое содержание;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- работать на современном, в том числе и уникальном экспериментальном оборудовании;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и экспериментальных результатов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории;
- культурой постановки и моделирования физических задач;
- навыками грамотной обработки результатов экспериментов и сопоставления с теоретическими и литературными данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;
- навыками выполнения оценок термодинамических свойств вещества при высоких давлениях и температурах для анализа процессов в экстремальных условиях.

**Темы и разделы курса:**

1. Метод ударного сжатия

Законы Гюгонио. Методы торможения и отражения. Генераторы ударных волн. Сверхвысокие давления, проблема эталона. Измерения фазовых переходов. Ударное сжатие

пористого вещества. Метод изэнтропического расширения. Восстановление термодинамического потенциала по данным ударноволновых измерений.

## 2. Методы расчета твердой фазы

Модели Эйнштейна и Дебая твердого тела. УРС Ми-Грюнайзена, связь коэффициента Грюнайзена с параметрами кривой упругого сжатия.

Потенциалы Борна-Майера, Берча-Мурнагана, Морзе; проблема описания сильносжатых состояний при  $T=0$  К.

## 3. Модели жидкого состояния

Понятия парной корреляционной функции и структурного фактора. Интегральные уравнения Борна-Грина-Ивона, Перкуса-Иевики, гиперцепное приближение, решение уравнения Перкуса-Иевики для потенциала твердых и мягких сфер.

## 4. Модели плазмы

Метод Томаса-Ферми.

## 5. Основные понятия физики высоких давлений

Введение. Научный метод познания – от эксперимента к теории и практическим применениям. Построение курса: экспериментальные методы, строгие теории, их объединение в модельных уравнениях состояния. Мотивация изучения уравнения состояния вещества. Системные и несистемные единицы измерений.

## 6. Реальные уравнения состояния в практике

Примеры реальных уравнений состояния, принципов построения и использования в расчетах. Важность корректного учета фазовых границ. Перспективы эксперимента и теории.

## 7. Сопоставление теоретических методов

Методические особенности, область применимости. Выводы.

## 8. Сопоставление экспериментальных методов.

Особенности методов, погрешности, область применимости. Выводы.

## 9. Статические методы исследований.

Общий анализ фазовой диаграммы. Наковальни Бриджмена, устройства изучения P-T диаграмм, алмазные наковальни. Лазерные алмазные наковальни.

## 10. Уравнения состояния

Табличные уравнения состояния конденсированного состояния вещества.

## 11. Теоретические методы расчета свойств твердого тела

Типы кристаллических решеток, о.ц.к. и г.ц.к. решетки, понятие решетки Бравэ, ячейки Вигнера-Зейтца.

Общие свойства для периодических решеток, граничные условия, число состояний, зонный спектр. Приближение сильной связи. Приближение слабой связи. Метод ячеек, МТ – потенциал. Метод присоединенных плоских волн. Метод гриновских функций RRH (Корринга-Кон-Ростокер). Метод ортогонализированных плоских волн. Метод функционала плотности.

## 12. Учет эффектов ангармонизма тепловых колебаний атом и электронов проводимости

Плавление, учет плавления в моделях уравнения состояния, критерии плавления, учет эффектов ангармонизма тепловых колебаний атомов решетки по Кормеру, способы описания жидкой фазы.

Термодинамика электронной компоненты в различных областях фазовой диаграммы.

## 13. Электрический взрыв проводников

Изобарическое расширение. Взрыв в конечный объем. Плазменный изохорический генератор.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Технологии машинного обучения и искусственного интеллекта для анализа спектров и изображений**

#### **Цель дисциплины:**

Целью курса является приобретение фундаментальных знаний в области технологии машинного обучения, изучение основных методов обработки многомерных данных физического и химического анализа.

#### **Задачи дисциплины:**

Формирование базовых знаний в области, интегрирующей математическое моделирование, анализ данных и планирование физико-химических экспериментов.

Обучение студентов основам проекционных методов анализа многомерных данных и применения их в физико-химическом эксперименте;

Формирование подходов к выбору эффективных математических методов для решения практических задач.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

фундаментальные основы проекционных методов.

##### **уметь:**

формулировать задачи анализа данных, собирать и подготавливать наборы данных, выбирать эффективные методы обработки, использовать программы моделирования и справочную литературу.

##### **владеть:**

навыками построения и валидации моделей, обоснованием и интерпретацией полученных результатов.

## Темы и разделы курса:

### 1. Введение и основные понятия математической статистики и матричной алгебры

Интеллектуальный анализ данных, машинное обучение, глубокое обучение, искусственный интеллект (data mining, machine learning, deep learning, artificial intelligence). Общие определения, связь между понятиями, объекты и методы исследования, примеры.

Программные средства для обработки данных, коммерческие пакеты, свободно распространяемые программы для решения специальных задач, приложения в среде Matlab и R.

Надстройка Chemometrics add-in, руководство по установке (примеры в лекциях 3-9 анализируются с помощью Chemometrics add-in и сопровождающих шаблонов).

Устройство данных, размерности задач. Матричная алгебра. Простейшие операции с матрицами

След, определитель, ранг матрицы. Норма вектора, угол между векторами, линейная зависимость векторов. Обратная и псевдо-обратная матрицы. Собственные векторы и собственные значения, разложение по сингулярным значениям. Подпространство и проекция на подпространство.

Математическая статистика. Основные понятия: мат. ожидание, дисперсия, ковариация и корреляция. Основные распределения: биномиальное, равномерное, нормальное, хи-квадрат

Оценка параметров и свойства оценок.

Линейная регрессия.

### 2. Метод главных компонент

Введение в проекционные методы. Понятие скрытых переменных. Проекционный подход для решения задач многомерного анализа данных. Примеры, иллюстрирующие многомерный подход. Два подхода к анализу данных, содержательный (физико-химический) и формальный.

Проекционные методы. Идеи, заложенные в проекционном подходе (1) позволяют работать с большими массивами данных; (2) существенно понижают размерность изучаемой системы; (3) анализируют и позволяют выделить латентные структуры в данных; (4) Позволяют отделять содержательную часть от шума.

Классы решаемых задач: (1) анализ структуры данных, только X-матрица; (2) Регрессионные.

Метод главных компонент, основные понятия графики счетов, графики нагрузок, ошибки моделирования

Работа с шаблонами для Chemometrics add-in, разбор примеров для метода главных компонент

### 3. Регрессия: МЛР, РГК, ПЛС, примеры

Калибровка – инструмент №1 количественного анализа данных, области практического применения калибровок.

Регрессионный анализ: от простого к сложному, одномерная (univariate) калибровка и МЛР, недостатки МЛР, коллинеарность. Факторное пространство и РГК, калибровка в пространстве главных компонент, РГК как оружие против коллинеарности, другие преимущества. Главный недостаток РГК – пространство РС не учитывает переменной Y, что может снижать качество регрессионной модели. ПЛС регрессия – мощная альтернатива РГК.

основная идея ПЛС: факторное пространство строится оптимально с учетом X и Y; ПЛС1 и ПЛС2, алгоритмы, число компонент, валидация модели, интерпретация ПЛС модели, предсказание.

Основные принципы построения «грамотной» калибровки. Выбор метода калибровки, дизайн эксперимента, отбор проб, предварительная обработка данных (pretreatment), шкалирование (scaling).

Примеры 1. «Идеальные данные». Модельные данные спектров для смеси нескольких компонентов в условиях, близких к идеальным (сигнал + нормальный шум). Цель: освоение калибровочных инструментов, сравнение различных методов, выработка навыков построения и интерпретации регрессионной модели для спектроскопических данных и ее использования. Пример 2. Реальные данные

#### 4. Классификация. Основные понятия, обзор методов

Что такое классификация, как определить принадлежность к классу в зависимости от априорных знаний об исходных данных. Различные алгоритмы классификации с обучением (supervised) и без (unsupervised). Распознавание образов — основная процедура классификации. Различие целей и подходов при решении задач дискриминации и задач одноклассовой классификации. Определение принадлежности образца к найденным классам, определение принадлежности образца к найденным классам с возможностью нахождения выбросов, определение принадлежности образца к найденным классам с использованием переменной отклика. Оценка эффективности классификации. Связь между ошибками первого и второго рода и показателями чувствительности, специфичности и эффективности.

#### 5. Проекционные методы дискриминации – «ПЛС-дискриминации»

Бинарная и многоклассовая дискриминация, однозначная (hard) и неоднозначная (soft) дискриминация. Этапы построения моделей: оценка сложности, валидация, способы оценки качества дискриминации в случае бинарной и многоклассовой задач. ПЛС-дискриминация как метод отбора переменных

#### 6. Проекционный метод одноклассовой классификации «SIMCA»

Основные понятия: график расстояний, область принятия решений, график экстремальных образцов. Этапы построения моделей: поиск выбросов, оценка сложности модели, оценка



чувствительности и специфичности. Различия между дискриминацией и одноклассовой классификацией.

#### 7. Введение в методы разрешения многомерных кривых (РМК)

Основные понятия, устройство данных, задачи, которые можно решать с помощью методов РМК

Постановка задачи, спектральные и концентрационные окна, условия разрешения, введение ограничений, вращательная и масштабная неопределенности.

Различные алгоритмы для решения задач РМК. Прокрустово преобразование. Эволюционный (EFA) и оконный (WFA) факторный анализ. Итерационные методы, чередующиеся наименьшие квадраты (MCR-ALS). Применение MCR-ALS для решения задач калибровки

#### 8. Разбор реальных примеров решения задач колебательной спектроскопии с использованием проекционных методов

Задачи исследовательского анализа, калибровки и классификации, анализ промежуточных результатов, выявление причин неудачных решений и способы исправления ситуации.

Портативные приборы, применение проекционных методов для расширения возможностей приборов

#### 9. N-way задачи, обзор методов решения

Устройство данных. Физические/ химические эксперименты, приводящие к N-way задачам.

Методы решения таких задач, достоинства и недостатки: Unfolding (развертка данных), модели Tucker 3, параллельный факторный анализ (PARAFAC), метод калибровки - N-way ПЛС

#### 10. Многомерный анализ изображений и гиперспектральных данных

Организация данных, разница между пространственными и спектральными переменными. Основные цветовые пространства. Режимы представления изображения, растровая и векторная графика. Основные виды цифрового представления изображения. Первичная обработка изображений, применение основных функции Matlab из Image processing toolbox. Послойная и морфологическая обработка изображений, использование маски.

Различия между гиперспектральным и многомерным анализом изображений. Визуализация данных, связь между пикселями на изображении и спектральными данными; между длинами волн спектра и пикселями на плоскости изображения. Предварительная обработка данных в пространственной и в спектральной модах. Связь между представлением результатов в пространстве главных компонент и исходном пиксельном пространстве. Обзор основных многомерных методов анализа гиперспектральных изображений.

Использование информации (БИК, ИК, КР и др. инструментальных методов) при изучении объектов культурного наследия методами многомерного и гиперспектрального анализа. Выделение и изучение отдельных фрагментов изображения. Анализ состава поперечного среза слоя краски. Анализ и классификация связующих. Послойный анализ изображения.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Технологии управления в здравоохранении**

#### **Цель дисциплины:**

Цель курса дать представление слушателям о задачах, стоящих перед менеджером проекта в области здравоохранения.

#### **Задачи дисциплины:**

- структурирование знаний о стадиях реализации проектов
- описание особенностей ведения бизнеса в области здравоохранения
- представление разных подходов в менеджменте.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

инструменты управления проектом

основные подходы к разработке MVP и его тестированию.

##### **уметь:**

определять/создавать и прогнозировать появление новых возможностей/потребностей путем изучения социального, культурного и экономического контекста;

определять актуальность различных потребностей

выявлять целевую аудиторию и ее потребности;

проектировать новые продукты/сервисы, а также сценарии их использования;

проектировать прототип и MVP на основе обратной связи от клиентов;

формулировать гипотезы о ценностях продукта/сервиса, о каналах и способах продаж;

быстро и самостоятельно воплощать в жизнь новые идеи и возможности для развития бизнеса.

**владеть:**

методикой проверки бизнес-гипотез

владеть инструментами клиентского развития (Customer development);

оценки клиентского опыта использования продукта/сервиса;

анализа и оценки рынка.

**Темы и разделы курса:**

## 1. Артефакты проекта

Артефакты проекта - цели, ресурсы, требования, основные документы

## 2. Стадии жизни проекта

Стадии жизни проекта – инициализация, планирование, выполнение, завершение

## 3. Искусство презентации и ведения переговоров

Искусство презентации и ведения переговоров – разговор и выступление, теория игр

## 4. Особенности проектов в сфере здравоохранения

Особенности проектов в сфере здравоохранения – требования, ограничения, возможности

## 5. Waterfall и MSproject

Waterfall и MSproject – классический подход для повторяемых проектов

## 6. WBS и балансировка ресурсов

WBS и балансировка ресурсов – подпроекты, диаграмма Ганта

## 7. Agile

Agile – определение, правила, преимущества и недостатки

## 8. Scrum и Kanban

Scrum и Kanban – определения, разница и схожесть

## 9. Продуктовый и проектный менеджмент

Продуктовый и проектный менеджмент – в чем разница, задачи, результат

## 10. Проверка гипотез

Проверка гипотез – CustDev, Lean StartUp

## 11. MVP

MVP – зависимость между пользой и усилиями в разных подходах к проверке гипотез

## 12. Системы трекинга

Системы трекинга - MS PROJECT, Yandex.Tracker, JIRA, Trello, Ayo

## 13. UNIT-экономика

UNIT-экономика – Доходы, Расходы, Маржинальность

14. Менеджмент финансов

Менеджмент финансов – цели, правила, инструменты и процессы

15. Эмоциональный интеллект

Эмоциональный интеллект – Мотивация и самомотивация, работа в команде

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Технологические исследования и реставрация объектов культурного наследия**

#### **Цель дисциплины:**

Цель курса – познакомить слушателей с содержанием технологических исследований - тем, как самые передовые методы естественных наук, их возможности могут быть применены для изучения объектов культурного наследия. Кроме того, слушатели познакомятся с ролью и спецификой музейной реставрации и правилами хранения объектов культурного наследия, а также принципами соединения исследовательской работы и реставрационной деятельности

#### **Задачи дисциплины:**

Дать представление слушателям о содержании и особенностях исследовательской и реставрационной деятельности в музее и в области сохранения культурного наследия в целом. Познакомить обучающихся с практикой и спецификой применения возможностей современных методов исследования, достижений науки в музейной области

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- назначение и особенности применения физико-оптических методов при исследовании и реставрации произведений искусства,
- возможности и ограничения физико-оптических методов при их использовании для изучения объектов культурного наследия,
- мировые тенденции в развитии исследования и реставрации/консервации объектов культурного наследия.

##### **уметь:**

- планировать стратегию установления строения вещества;
- обрабатывать экспериментальные данные, полученные с помощью физико-химических методов исследования вещества с использованием основных методологических принципов;
- использовать современные приборы и методики, проводить и организовывать эксперименты,

- готовить образцы для проведения различных исследований свойств и структуры материалов.

**владеть:**

- практическими навыками использования современных приборов и методик для исследования произведений искусства, проведения и организации экспериментов и испытаний, обработки и анализа результатов.

- способами интерпретации данных, полученных различными физико-химическими методами исследования.

**Темы и разделы курса:**

1. Технологические исследования объектов культурного наследия в современной науке об искусстве. Музейная лаборатория.

Взгляд на произведение искусства как на материальный объект. Роль технологических исследований в современной науке об искусстве, соединение возможностей искусствоведческого и технологического анализа. Задачи, перечень методов и подходы в исследованиях произведений изобразительного искусства. Инвазивные и неинвазивные методы. Вопросы объективности результатов технологических исследований. Принцип комплексности. Роль исследовательской лаборатории в музее

2. Виды изобразительного искусства. Станковая живопись. Техники живописи. Структура картины.

Краткий обзор видов изобразительного искусства. Техники живописи (масляная живопись, темпера, гуашь, акварель, пастель), их особенности. Структура картины (основа, грунт, красочный слой, лаковое покрытие). Роль и взаимосвязь структурных слоев картины.

3. Художественные материалы в произведении искусства. Значимость, характеристики, краткая история развития технологий изобразительного искусства

Роль ремесла в создании произведения искусства. Влияние выбора материалов на художественные особенности произведения. Основы (холст, дерево, картон, бумага, металл). Грунты для живописи. Связующие материалы. Пигменты. Краткая история развития технологии и художественной практики.

4. Использование физико-оптических методов (микроскопия, исследования в отраженных ультрафиолетовых и инфракрасных лучах, рентгенография) для исследовательских задач

Физика и общие данные рентгеновского, видимого, ультрафиолетового и инфракрасного излучения. Практическое применение данных видов излучения при исследовании объектов культурного наследия. Интерпретация полученных результатов. Фотолабораторный процесс. Возможности и ограничения методов. Техника безопасности

5. Особенности применения физико-химических методов в исследованиях объектов культурного наследия

Методы и методология исследований в музейной практике. Возможности, ограничения, особенности пробоподготовки разных методов и объектов исследования. Анализ и

подготовка исследовательского материала (в том числе принципы описания результатов).  
Создание практической сравнительной базы. Химия в реставрации, микрохимический анализ

6. Комплексность исследования и анализ результатов. Использование их в реставрационной практике.

Сбор эталонного материала, принципы анализа и достоверность данных. Предреставрационные исследования – области профессионального взаимодействия (процессы разрушения, возможное прогнозирование состояния сохранности, реставрационные методики, тесты и проч.)

7. Музейная консервация и реставрация. Вводная лекция

Консервация и реставрация - в целом это этапы единого процесса по сохранению произведений искусства. Музейная консервация предполагает сохранение предметов путём определённых условий и режима, тормозящих и пресекающих дальнейшее разрушение памятника. Музейная реставрация рассматривается сегодня как наука сохраняющая подлинность объекта. Восстановление предмета, посредством устранения повреждений тесно связано с его глубоким изучением. Залогом успешно проведённой работы является тесное сотрудничество между учёными различных областей: искусствоведами, археологами, химиками, технологами, дизайнерами, историками

8. Защита произведения искусства от физико-химических и биологических факторов. Правила и нормы музейного хранения

В течение жизни произведения искусства на него воздействуют целый ряд факторов внешней среды, от температуры и окислительных процессов, до состава атмосферы. Эти влияния, в свою очередь, провоцируют те или иные процессы старения, происходящие внутри самого произведения. Снизить или нейтрализовать риск вредного воздействия внешней среды призваны правила и нормы музейного хранения

9. Материаловедение в реставрации произведений живописи.

История формирования классического построения структуры произведений 18-19 вв. и традиционной технологии живописи. С начала 20 века смена системы живописных задач диктует поиск и разнообразие живописной структуры произведений, использование художниками новых материалов и приемов выразительности. С середины 20 в. художники пользуются как классическими (традиционными) технологиями, так начинают использовать и современные материалы. Основная задача занятий показать, как особенности структуры произведения, композиции использованных в нем материалов влияют на происходящие в нем процессы старения и каким образом все это вместе определяет подходы к реставрации и консервации.

10. Материаловедение в реставрации произведений графики

Знакомство слушателей со спецификой применения исследовательских и реставрационных методов в связи с особенностями материалов графики. Графические произведения искусства выполнены на хрупких основах: бумага, холст, калька, пергамент и т.д. такими, порой непрочными изобразительными материалами, как: карандаш, уголь, пастель, акварель, мел, сангина, гуашь, темпера, чернила и т.д. Обязательным условием подбора реставрационных материалов для графических произведений является обратимость, долговечность и стабильность



## 11. Материаловедение в реставрации произведений скульптуры

Анализ технологических особенностей и разнообразия материалов, при создании скульптуры и предметов ДПИ. Обсуждаются этические нормы в реставрации, выбор методики и реставрационных материалов в соответствии с Венецианской хартией. Порядок ведения реставрационных и консервационных работ. Роль физико-химических и научных исследований в реставрации скульптуры.

## 12. Реставрация и консервация объектов современного искусства

Разнообразие и особенности материалов, используемых при создании произведений современного искусства диктует индивидуальный подход к их консервации, хранению и экспонированию в музейном пространстве. Именно в современном искусстве композиция зачастую нестандартных для предыдущих периодов материалов становится главным предметом изучения реставратора и исследователя. Знание о механизмах и возможных последствиях применения сложных техник, различных «нехудожественных» материалов и элементов (пластик, металлы, предметы промышленного производства и проч.) подразумевают совершенно новые возможности для сотрудничества исследовательской и реставрационной областей, а также иной уровень подготовки самого реставратора. Современное искусство концептуально, поэтому реставратор современного искусства должен быть хорошо осведомлен о художественном процессе, владеть теорией и историей классического и современного искусства, знать материаловедение.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Управление проектами и инновационными программами**

#### **Цель дисциплины:**

Целью реализации программы является формирование у слушателей целостного представления о состоянии, механизмах и основах методологии профессионального управления проектами, международных и национальных стандартах, об основных принципах их применения в деятельности компаний, ориентированных на инновационное развитие.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение слушателями знаний и навыков, необходимых для решения практических задач управления инновационными проектами.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

основные подходы к управлению проектами и программами;

основные модели и механизмы управления инновациями;

подходы к анализу и реализации организационных инноваций;

основные положения стандарта Р2М;

подходы к формированию инновационной среды предприятия.

##### **уметь:**

грамотно использовать методологию управления проектами в различных проектных ролях – куратора проекта, руководителя проекта, участника проекта;

решать конкретные задачи управления проектами, программами и портфелями проектов с использованием различного инструментария;

разрабатывать планы управления проектами в соответствии с положениями международных стандартов.

**владеть:**

терминологией управления проектами, программами и портфелями проектов;

методами поиска, концентрации, анализа и представления информации, способствующей изучению преподаваемого курса;

методами совместной работы над проектными задачами;

начальными навыками разработки документов управления проектами в соответствии с требованиями стандартов;

начальными навыками разработки и презентации планов реализации инновационных проектов.

**Темы и разделы курса:****1. Основные методологии и управления проектами**

Управление проектами - общий взгляд

Международные и национальные стандарты управления проектами

Краткий обзор развития моделей управления проектами

Системная модель управления проектами СОВНЕТ

Проекты в практике современной компании

Организационная структура проектно-ориентированной компании

**2. Основные подходы к управлению проектами и программами**

- Проекты, программы и портфели проектов в деятельности организации
- Методология и инструменты управления проектами
- Управление проектами – комплексный взгляд
- Ценностный подход в управлении проектами
- Система знаний и стандарт P2M

**3. Инновации: модели и механизмы**

- Инновации, как способ выживания: кейсы Matsushita-Panasonic, Япония; Technip, Италия
- Когда возникает потребность в инновациях?
- Модель сбалансированных инноваций: кейс Motorola, США; модель государственной поддержки инфраструктурных проектов, Япония

- Открытые инновации
- Фронтальные инновации: кейс Chiyoda, Япония
- Выбор стратегии инноваций: модель конкурирующих ценностей
- Оценка инновационной активности организации: Руководство Осло, Сбалансированная система показателей

#### 4. Организационные инновации

- Проекты организационных изменений
- Классификация организационных изменений
- Как определить категорию организационного изменения: кейс ГК РОСАТОМ, Россия
- Методика оценки организационных изменений
- Возможности и ограничения применения
- Организационные инновации в мегапроектах: кейсы EXPO-2010, Шанхай, Китай

#### 5. Основные положения стандарта P2M

- Структура стандарта P2M как отражение нового понимания проекта
- Миссия программы: от определения ценности к сценариям реализации: кейс Toyota Motor Corporation, Япония
- Stage-gate модель: кейс Министерство энергетики, США
- Сценарное планирование: кейс Shell International BV
- Архитектура программы: от миссии программы к системе взаимосвязанных проектов
- Управление интеграцией в инновационных программах: кейсы Matsushita-Panasonic, Япония; Иркутская электросетевая компания, Россия

#### 6. Инновационная среда предприятия

- Внешняя инновационная среда: кейсы Рамочные программы развития, ЕС; Особые экономические зоны, Россия; Консорциум «Лучшие из лучших», Япония
- Внутренняя инновационная среда: теория “Ба”, как платформа совместного создания ценности
- Создание организационного знания: модель спираль знаний

- Методы формирования и развития сообщества программы: кейсы NETLIPSE, ЕС; Технологические платформы, Россия
- Поведенческая модель руководителя инновационных проектов
- Сертификация по стандарту P2M: кейсы Zetta Technology Inc., Япония; Nihon Unisys, Япония

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы

### Физика и химия углеродных наноструктур

#### Цель дисциплины:

- освоение студентами фундаментальных знаний в области химии и физики углеродных наноструктур; изучение способов создания материалов и устройств на основе углеродных наноструктур; изучение экспериментальных методов идентификации различных углеродных наноструктур, а также способов исследования их свойств и областей их практического применения.

#### Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний в области химии и физики углеродных наноструктур как дисциплины, интегрирующей подготовку в различных областях физики твердого тела и смежных областях физики на примере максимального разнообразия наноструктур и материалов, обеспечиваемых уникальными возможностями углерода;
- обучение студентов принципам создания разнообразных углеродных наноструктур, их идентификации и основам практического применения;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области новых материалов в рамках выпускных работ на степень магистра.

#### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- разнообразие углеродных наноструктур и их классификацию;
- способы идентификации углеродных наноструктур и сертификации материалов на их основе;
- способы создания углеродных наноструктур и сертификации материалов на их основе;
- существующие и перспективные практические применения углеродных наноструктуры;
- о взаимосвязях и фундаментальном единстве естественных наук.

**уметь:**

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- работать на современном экспериментальном оборудовании;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
- планировать оптимальное проведение эксперимента.

**владеть:**

- планированием, постановкой и обработкой результатов физического и химического эксперимента;
- научной картиной мира;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории на современном экспериментальном оборудовании;
- математическим моделированием физических задач.

**Темы и разделы курса:**

1. История науки об углероде с древних времен и ее место в фундаментальном единстве естественных наук

Углеродные материалы древности: древесный уголь, угольная чернь и печная сажа, их применения в древности и современности. Индустриальная эпоха и открытие аллотропии. Теория Кекуле и современные представления о строении углеродных материалов. Новые углеродные материалы XX века: коксы, графиты, углеродные волокна и их наноструктура. Открытие фуллерена и взрывное развитие науки об углеродных наноструктурах.

2. Практические применения углеродных наноструктур сегодня и завтра

Применения углеродных наноструктур в XX веке: коксы, графиты, углеродные волокна, сажи и черни, детонационные алмазы. Перспективы применения углеродных нанотрубок, фуллеренов и новых материалов на их основе. Реальные и легендарные применения: орбитальный лифт, фуллерен как лекарство. Перспективы наноэлектронных устройств на основе углеродных наноструктур.

3. Разнообразие углеродных наноструктур и их классификация

Теория гибридизации Полинга и более современные представления о принципах строения углеродных кластеров. Возможности существования ограниченных и протяженных углеродных наноструктур. Взаимная связь графита и графена. Фуллерен. Нановолокна и нанотрубки как структурное развитие фуллерена и как структурное развитие графита.

Классификация углеродных наноструктур. Углеродные наноструктуры в углеродных материалах, композитах, нанокompозитах и интеркалированных структурах.

#### 4. Свойства углеродных наноструктур и методы их исследования

Связь между структурой и свойствами углеродных материалов. Физические и химические свойства. Реальные и легендарные уникальные свойства различных углеродных наноструктур: ферромагнетизм графита, химическая стойкость стеклоуглерода, механическая прочность углеродных нановолокон, баллистическая проводимость углеродных нанотрубок. Методы экспериментального исследования свойств, представительность методов.

#### 5. Способы идентификации углеродных наноструктур и сертификации материалов на их основе

Просвечивающая электронная микроскопия как «абсолютный» метод идентификации углеродных наноструктур, недостатки и ограничения этого метода. Другие электронно-микроскопические, зондовые, спектральные, химические методы идентификации. Оптимальная стратегия идентификации с применением нескольких методов исследования. Проблемы и практическая реализация сертификации материалов на основе углеродных наноструктур.

#### 6. Способы создания углеродных наноструктур и материалов на их основе

Самозарождение углеродных наноструктур в природе. Способы создания углеродных наноструктур «снизу-вверх»: зарождение в плазме (дуговые, абляционные), газовый пиролиз, рост из расплавов. Способы создания углеродных наноструктур «сверху вниз»: расщепление, интеркалирование, направленный синтез методами органической химии. Способы создания углеродных наноструктур на матрицах: катализ, осаждение в нейтральные матрицы. Углеродные материалы и многокомпонентные композиты на основе углеродных наноструктур.



## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы

### Физика твердого тела

#### Цель дисциплины:

- ознакомление студентов с основами физики твердого тела, в курсе которого рассматриваются упругие, тепловые, электрические и магнитные свойства идеальных и реальных (с дефектами) кристаллических твердых тел (металлов, диэлектриков, полупроводников, магнетиков) с учетом структуры, симметрии и типов химических связей в них, а также базовые приложения различных эффектов и свойств твердых тел.

#### Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний в области физики твердого тела как дисциплины, интегрирующей общефизическую и общетеоретическую подготовку физиков и обеспечивающей технологические основы современных инновационных сфер деятельности;
- формирование представления о свойствах твердых тел с учетом их структуры, симметрии и электронного строения;
- приобретение практических умений и навыков в организации экспериментального и теоретического моделирования физических процессов в твердых телах.

#### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- современные проблемы физики, химии, математики;
- теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в физике и ее приложениях;
- принципы симметрии и законы сохранения;
- новейшие открытия естествознания;
- постановку проблем физико-химического моделирования;
- о взаимосвязях и фундаментальном единстве естественных наук.

**уметь:**

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- работать на современном экспериментальном оборудовании;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
- планировать оптимальное проведение эксперимента.

**владеть:**

- планированием, постановкой и обработкой результатов физического эксперимента;
- научной картиной мира;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории на современном экспериментальном оборудовании;
- математическим моделированием физических задач.

**Темы и разделы курса:**

1. Дефекты кристаллической структуры. Типы дефектов в кристаллах.

Вакансии: дефекты по Шоттки, дефекты по Френкелю. Термодинамическое равновесие и диффузия точечных дефектов. Энергия активации. Ионная проводимость. Центры окраски в ионных кристаллах. Процессы упорядочения в сплавах. Дислокации. Вектор Бюргерса. Границы зерен. Влияние дислокационной структуры на механические свойства кристаллов и сплавов. Кривая деформации растяжения. Упрочнение. Бездислокационные кристаллы (усы).

2. Магнитные свойства твердых тел. Диамагнетизм. Парамагнетизм. Ферро- и антиферромагнитные состояния в твёрдых телах. Доменная структура ферромагнетиков. Кривая намагничивания. Гистерезис.

Напряженность и индукция магнитного поля. Магнитная восприимчивость. Намагниченность. Диамагнетизм атомов. Прецессия Лармора. Формула Ланжевена. Квантовая теория диамагнетизма и парамагнетизма. Закон Кюри. Ферромагнетизм и антиферромагнетизм. Приближение молекулярного поля. Модель ферромагнетизма Гейзенберга. Спонтанная намагниченность. Температурная зависимость магнитной восприимчивости (закон Кюри-Вейсса). Точка Кюри. Ферримагнетики. Антиферромагнетики. Точка Нееля. Ферромагнитные домены. Кривая намагничивания

ферромагнетиков в переменном поле. Гистерезис. Намагниченность насыщения. Остаточная намагниченность. Коэрцитивная сила.

Применения ферро- и ферримагнитных материалов в электро и радиотехнике, электронике, устройствах хранения информации.

### 3. Методы исследования кристаллической структур. Методы структурных исследований.

Основы структурного анализа.

Электронная микроскопия, туннельный и атомно-силовой микроскопы, дифракционные методы. Закон дифракции Брэгга-Вульфа. Нейтронография. Экспериментальные дифракционные методы рентгеноструктурного анализа. Условие дифракции и обратная решетка. Построение Эвальда. Уравнения дифракции Лауэ. Амплитуда рассеянной (дифрагированной) волны рентгеновского излучения. Электронная плотность. Структурный фактор базиса и атомный фактор рассеяния. Законы погасания.

4. Низкотемпературная и высокотемпературная сверхпроводимость. Экспериментальные результаты по низко- и высокотемпературной сверхпроводимости. Теория сверхпроводимости Бардина-Купера-Шриффера.

Экспериментальные результаты по низко- и высокотемпературной сверхпроводимости. Разрушение сверхпроводимости магнитным полем. Идеальный диамагнетизм (эффект Мейсснера). Теплоемкость. Энергетическая щель. Температурное поведение проводимости в ВТСП. Понятие о теории сверхпроводимости Бардина-Купера-Шриффера. Эффект Джозефсона. Гипотезы о природе ВТСП. Применения сверхпроводников в криоэлектронике и электроэнергетике.

5. Полупроводники. Статистика электронов в полупроводниках. Примесные полупроводники Водородоподобная модель. Температурные зависимости концентрации носителей заряда и проводимости в собственных и примесных полупроводниках.

Собственные полупроводники. Запрещенная зона. Фотопроводимость. Прямые и не прямые процессы поглощения фотонов. Дрейфовая скорость. Подвижность. Концентрация электронов (дырок) в зоне проводимости (валентной зоне). Закон действующих масс. Водородоподобная модель. Донорные и акцепторные примеси. Электронная и дырочная проводимость. Температурная ионизация примесных центров. Методы определения знака носителей тока в полупроводниках (эффект Холла, термоэлектродвижущая сила). Температурная зависимость проводимости в примесном полупроводнике.

Применения полупроводников в микроэлектронике, инжекционных лазерах, фотоприемниках и преобразователях солнечной энергии, сенсорах.

6. Свойства диэлектриков. Типы поляризации твердых тел. Внутреннее поле в диэлектриках.

Диэлектрическая релаксация. Уравнение Дебая.

Макроскопическое электрическое поле. Поляризация. Диэлектрическая восприимчивость. Диэлектрическая проницаемость. Локальное поле. Поле Лорентца. Механизмы поляризации в кристаллах с различными типами химических связей. Уравнение Клаузиуса-Мосотти-Лорентца. Электронная поляризуемость. Взаимодействие электромагнитных волн с ионными кристаллами в инфракрасной области спектра. Поперечные и продольные оптические фононы. Поляритоны. Ионная поляризуемость. Соотношение Лиддена-Сакса-Теллера. Ориентационная дипольная поляризуемость. Диэлектрическая релаксация. Уравнение Дебая. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Тангенс диэлектрических потерь. Диэлектрические потери при различных типах поляризации. Сегнето-, пиро- и пьезоэлектрики. Электрострикция. Применения кристаллов – активных диэлектриков в функциональной СВЧ микроэлектронике, акустоэлектронике, пьезотехнике, акусто- и электрооптике и сенсорах.

7. Структура и симметрия кристаллов. Принципы строения конденсированных систем. Точечная и пространственная симметрия. Решетки Бравэ. Обратная решетка и зоны Бриллюэна.

Ближний и дальний порядок, функция радиального распределения частиц, пространственная когерентность. Трансляции. Элементарная ячейка и базис. Точечная и пространственная симметрия. Предельные группы симметрии. Принцип симметрии Кюри. Типы пространственных решеток. Принципы плотной и валентной упаковок. Индексы Миллера. Обратная решетка и межплоскостные расстояния. Зоны Бриллюэна.

8. Теплоемкость диэлектрических кристаллов. Температурная зависимость теплоемкости твердых тел. Модель Эйнштейна. Модель Дебая. Ангармонизм колебаний решетки.

Температурная зависимость теплоемкости твердых тел. Закон Дюлонга-Пти. Функция распределения Планка для фононов. Модель Эйнштейна теплоемкости твердых тел. Плотность мод. Циклические граничные условия Борна-Кармана. Приближение Дебая и теория теплоемкости твердых тел. Температура Дебая. Ангармонизм колебаний решетки, тепловое расширение и теплопроводность твердых тел.

9. Типы связей в кристаллах. Кристаллы инертных газов и ионные кристаллы. Кристаллы с ковалентной, металлической и водородной связью. Рост кристаллов.

Энергия химической связи. Кристаллы инертных газов. Происхождение сил Ван-дер-Ваальса – Лондона. Природа сил отталкивания. Принцип Паули. Потенциал Ленарда-Джонса. Ионные кристаллы. Энергия Маделунга. Метод ячеек Эвьена. Метод Эвальда. Объемный модуль упругости кубических кристаллов. Энергия связи ковалентного кристалла. Полиморфизм. Степень ионности связи в кристаллах бинарных соединений.

Металлическая связь и ее особенности. Энергия связи металлов. Кристаллохимические атомные и ионные радиусы. Кристаллы с водородными связями. Природа водородной связи и ее особенности. Рост кристаллов. Технологии синтеза объемных, пленочных и одномерных кристаллов.

10. Упругие свойства кристаллов. Закон Гука для анизотропной сплошной среды. Упругие волны в кристаллах. Уравнение Кристоффеля.

Определение тензора деформаций. Тензор механических напряжений, его внутренняя симметрия. Закон Гука для анизотропной сплошной среды. Постоянные упругой податливости и упругой жесткости. Энергия упругой деформации. Тензор упругих модулей для кубического кристалла. Объемный модуль упругости и упругие постоянные кубического кристалла. Уравнение движения упругой анизотропной сплошной среды. Типы упругих волн и закон дисперсии фононов в континуальном приближении. Экспериментальное определение упругих постоянных.

11. Фононы и колебания решетки. Колебания одномерной цепочки. Колебания трехмерного кристалла в гармоническом приближении. Законы дисперсии фононов.

Квантование энергии колебаний атомов решетки. Квазиимпульс. Законы сохранения энергии и импульса. Квазиупругая сила. Силовые постоянные. Колебания одномерной цепочки. Цепочка с базисом. Колебания трехмерного кристалла в гармоническом приближении. Квантование энергии колебаний атомов решетки. Квазиимпульс. Законы сохранения энергии и импульса.

12. Электроны в металлах. Классические модели газа свободных электронов (теория Друде-Лорентца). Эффект Холла. Теория Зоммерфельда свободного электронного газа.

Статистика Ферми-Дирака для электронного газа. Электронная теплоемкость.

Классические модели газа свободных электронов Друде и Лорентца. Электронная проводимость, теплоемкость, теплопроводность металлов. Движение электронов в магнитном поле. Циклотронная частота. Статическое магнетосопротивление. Эффект Холла в металлах. Несостоятельность классических моделей. Статистика Ферми-Дирака для электронного газа. Уравнение Шредингера и волновые функции свободных электронов. Энергетические уровни и плотность электронных состояний. Температурная зависимость функции распределения Ферми-Дирака. Энергия Ферми и ее температурная зависимость. Поверхность Ферми. Электронная теплоемкость. Модель металлической проводимости Зоммерфельда. Теплопроводность металлов. Закон Видемана-Франца.

13. Энергетическая зонная структура. Модель Кронинга-Пенни и модель почти свободных электронов. Энергетический спектр состояний сильно связанных электронов.

Металлы, полуметаллы, диэлектрики и полупроводники с точки зрения заполнения зон.

Поверхность Ферми. Эффект де Гааза Ван Альфена.

Модель Кронинга-Пенни. Модель почти свободных электронов (ПСЭ). Дифракция Брэгга для электронов на границе зоны Бриллюэна. Зоны разрешенных и запрещенных энергий в модели ПСЭ. Теорема Блоха. Волновое уравнение для электрона в поле периодического потенциала. Энергетический спектр состояний сильно связанных электронов (оценка методом линейной комбинации атомных орбиталей). Эффективная масса и ширина разрешенной зоны. Схема приведенных зон. Особенности на границе зоны Бриллюэна. Число энергетических уровней в зоне. Металлы, полуметаллы, диэлектрики и полупроводники с точки зрения заполнения зон. Строение поверхности Ферми. Эффект де Гааза- Ван Альфена. Электроны и дырки. Физическая интерпретация эффективной массы.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Физика химически активной плазмы**

#### **Цель дисциплины:**

- освоение студентами фундаментальных знаний в области физики химически активной плазмы.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний в области физики химически активной плазмы, освоение студентами теоретических методов анализа плазменных явлений, проявляющихся как в экспериментальных установках, так и в природе;
- развитие у студентов творческого подхода к выбору методов теоретического анализа различных плазменных явлений;
- оказание помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области физики химически активной плазмы;

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- историю становления направления развития теоретической физики – физики плазмы;
- основные теоретические модели описания химически активной плазмы;
- пределы применимости гидродинамического и кинетического описания процессов в химически активной плазме;
- представление о равновесии плазмы;
- распространение магнитогидродинамических волн в плазме;
- потенциальные волны в плазме;
- неустойчивости плазмы;
- затухание волн в плазме;
- перенос вещества и энергии в плазме.

**уметь:**

- быстро осваивать новые экспериментальные методы и теоретические модели в плазменных исследованиях;
- квалифицированно анализировать результаты экспериментальных и теоретических исследований;
- доводить до сведения научной общественности (выступление на семинарах, конференциях, публикации в научных журналах) результаты проведённой научной работы.

**владеть:**

- навыками освоения большого объёма информации;
- навыками работы в коллективе лаборатории и самостоятельной работы;
- умением искать теоретические объяснения экспериментальным результатам и экспериментальные подтверждения теоретическим моделям.

**Темы и разделы курса:**

## 1. Газоразрядные иллюстрации.

Газоразрядные иллюстрации. Квазиравновесные и неравновесные системы. Температура квазиравновесной системы, температура электронов и нейтрального газа в неравновесной системе, концентрация заряженных частиц для квазиравновесия и в случае сильного неравновесия. Примеры: основные характеристики, химическая активность тлеющего разряда, дугового разряда, ВЧ-разряда, СВЧ-разряда. Плазма электронно – пучкового разряда, тлеющий разряд, инициируемый потоком энергичных электронов, ВЧ и СВЧ-разряды в потоке газа, постоянноточковая аналогия.

## 2. Кинетическое описание химически активной плазмы.

Кинетическое описание химически активной плазмы. Анализ кинетического уравнения Больцмана, роль столкновительного члена, элементарные процессы в слабоионизованном газе. Упругое и неупругое взаимодействие заряженных частиц с молекулярным газом. Возбуждение колебательных уровней электронным ударом, возбуждение электронной структуры молекул. Образование отрицательных ионов. Процессы диссоциативного прилипания, образование молекулярных отрицательных ионов. Замечания о кластерных и комплексных ионах. Гибель заряженных частиц в слабоионизованном газе, процессы распада отрицательных ионов.

## 3. Конкретные примеры.

Конкретные примеры. Плазма диоксида углерода и азотнокислородная плазма при наличии колебательно возбужденных молекул. Оптимизация диссоциации диоксида углерода колебательно возбужденных молекул. Процесс синтеза оксидов азота при наличии колебательно возбужденных молекул.

## 4. МГД-уравнения многокомпонентной плазмы переменного состава.



МГД-уравнения многокомпонентной плазмы переменного состава. Простейшие модельные системы: 3-х компонентная плазма с нейтральным газом, 4-х компонентная плазма с нейтральным газом и отрицательными ионами, сравнение с 3-х компонентной плазмой для двух сортов ионов. Закон Ома для 3-х компонентной плазмы, проводимость частично ионизованного газа, закон Ома в форме Шлютера - Каулинга. Понятие замагниченности неполностью ионизованного газа. Слабоионизованный газ в предположении малой ионизации заряженного компонента, газоразрядное приближение: подвижность, проводимость, закон Ома в газоразрядном приближении.

#### 5. Миграция заряда в слабоионизованном молекулярном газе, миграция энергии.

Миграция заряда в слабоионизованном молекулярном газе, миграция энергии. Электронный газ - основной переносчик энергии в системах со слабоионизованным газом. Примеры использования эффекта возбуждения электронной структуры молекулы электронным газом. Генерация озона в природе и технике, озоносфера. Обеспечение получения высокоэнергичных электронов в неоднородных разрядах с высоким значением отношения напряженности электрического поля к концентрации нейтрального газа. Примеры - коронный разряд, понятие стримера, роль полярности коронирующего электрода, стадия искры. Барьерный разряд, неоднородный разряд в природе, молния.

#### 6. Общие положения, основные понятия и предмет.

Фундаментальные иллюстрации: в астрофизике, физика космоса, физике молекулярных лазеров; связь с физикой газового разряда. Технические иллюстрации - плазмохимия, плазменная технология. Общие подходы в описании поведения систем химически активной плазмы переменного состава: упрощенный МГД-подход, описание на основе решения кинетических уравнений со столкновительным членом.

#### 7. Простейшие течения неидеального газа.

Простейшие течения неидеального газа. Уравнение Навье - Стокса в МГД-приближении. Течение Гартмана, параметр Гартмана, предельные случаи. Псевдогартмановское течение во вращающейся плазме. Значение параметра Мессе, постулат Альфвена. Пространственное разделение компонент в слабоионизованном газе. Неравновесные системы в случае термического равновесия. Иллюстрации для плазмы  $H_2S$  и  $CH_4$ .

#### 8. Решение кинетического уравнения для электронного газа с учетом столкновительного члена.

Решение кинетического уравнения для электронного газа с учетом столкновительного члена. Нахождение функции распределения для электронов в слабоионизованном газе. Немаксвелловские функции распределения для электронов: функция Дрюйвестейна, Моргенау, влияние учета возбуждения электронной структуры молекул на функцию распределения электронов.

#### 9. Химическая активность плазмы, обусловленная возбуждением колебательных состояний молекул.

Химическая активность плазмы, обусловленная возбуждением колебательных состояний молекул. Колебательная кинетика, нахождение функций распределения колебательно возбужденных молекул. Приближенное описание функций распределения по колебательным состояниям: распределение Тринора, отличие от распределения Больцмана,

учет УТ-релаксации, учет химической реакции. Коэффициент скорости реакции с учетом колебательного возбуждения.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Физико-химические методы исследований и испытаний материалов и устройств**

#### **Цель дисциплины:**

- формирование у обучающихся специализированных представлений о физико-химических методах исследований и испытаний материалов и устройств, в том числе использующихся для создания химических источников тока.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний о физико-химических принципах, на которых основаны современные методы инструментальной диагностики материалов и устройств;
- формирование навыка подбора необходимой инструментальной методики анализа в зависимости от интересующего результата и типа анализируемого образца;
- овладение базовыми навыками интерпретации результатов физико-химических исследований и испытаний, в том числе с использованием специализированной и периодической научной литературы.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные виды используемых сегодня методы исследований и испытаний материалов и устройств, в особенности относящихся к химическим источникам тока (ХИТ);
- устройство и принцип работы основных приборов и инструментов для проведения анализа;
- принципы выбора методик проведения физико-химических исследований и испытаний.

##### **уметь:**

- объяснять физико-химические принципы работы основных приборов и инструментов для проведения анализа;
- проводить пробоподготовку образцов (в частности, являющимися ХИТ или их компонентами) для проведения инструментального анализа;
- анализировать результаты физико-химических исследований и испытаний;

- анализировать научную литературу с целью выбора информации о применении того или иного метода к анализу конкретного объекта и интерпретации собственных экспериментальных данных.

**владеть:**

- основными принципами, лежащими в основе физико-химических методов исследования и испытания ХИТ (как на уровне устройства в сборе, так и отдельных материалов);

- навыками к подбору методики исследования/испытания в зависимости от типа объекта и интересующих характеристик;

- сведениями об основных требованиях к пробоподготовке образца для определенной методики/исследования и соответствующих ограничениях той или иной методики;

- навыками к интерпретации и обсуждению результатов проведенного исследования, основываясь на современной литературе.

**Темы и разделы курса:**

1. Введение. Общая классификация методов

Введение в курс. Общая классификация методов и испытаний. Обзор часто используемых методов и испытаний. Представление об аналитических характеристиках методов и результатах испытаний.

2. Введение в физико-химические методы анализа материалов

Общая классификации физико-химических методов исследования: дифракционные методы, микроскопия и спектроскопия. Методы исследования поверхности и объема материалов. Разрушающие и неразрушающие методы диагностики. Виды зондирующего и детектируемого излучения. Взаимодействие излучения с веществом: поглощение, упругое и неупругое рассеяние. Классификация методов по зондирующему излучению. Энергетические характеристики зондирующего излучения.

3. Дифракционные методы анализа

Дифракция на кристаллической решетке. Общие представления о периодическом строении кристаллических веществ. Элементы симметрии. Периодическая трехмерная решетка. Решетки Бравэ. Понятие об обратной решетке и индексы Миллера. Элементы теории дифракции. Дифракция рентгеновского излучения. Схема дифракционного эксперимента. Анализ формы дифракционных пиков. Интенсивность и положение дифракционных максимумов. Индивидуальный характер дифракционной картины. Базы порошковых дифракционных данных. Рентгеноструктурный анализ.

4. Растровая электронная микроскопия

Растровая электронная микроскопия (РЭМ). Пространственное разрешение в микроскопии. Электронная оптика: электростатические и магнитные линзы. Принципиальная схема электронного микроскопа, устройство и принцип его работы. Основные источники сигналов, используемых в РЭМ для формирования изображения. Методы формирования элементного контраста. Ограничения метода

## 5. Просвечивающая электронная микроскопия

Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ). Формирование контраста изображения в ПЭМ. Устройство и принцип работы микроскопа. Элементный контраст. ПЭМ высокого разрешения. Формирование изображения атомного разрешения. Определение кристаллической структуры. Особенности и примеры исследования наноматериалов

## 6. Колебательная спектроскопия

Колебательная спектроскопия твердых тел. Фононы. Принципы ИК- и КР-спектроскопии. Правила отбора. ИК-спектроскопия. Схемы спектрометров. Спектроскопия поглощения. Спектроскопия диффузного отражения. Спектроскопия нарушенного полного внутреннего отражения. Количественный анализ. КР-спектроскопия. Стоксовы и антистоксовы полосы

## 7. Вторичная ионная масс-спектрометрия

Особенности взаимодействия ионов с веществом. Источники и детекторы ионов. Аналитические характеристики ионной спектроскопии. Конус затенения и каналирование ионов. Исследование структуры при помощи ионных пучков. Область применения и ограничения методик рассеяния ионных пучков. Процессы ионного распыления. Профилирование состава по глубине. Разрешение по глубине. Вторичная ионная масс-спектрометрия и другие методы распылительного профилирования состава, их аналитические характеристики и ограничения

## 8. Резонансные методы анализа

Резонансные методы анализа. Физические основы ЯМР и ЭПР: спин и магнитный момент ядра, гиромагнитное отношение, квадрупольный момент ядра. Ядра, используемые в ЯМР твердого тела. Основные формулы ЯМР/ЭПР. Импульс и релаксация, спиновое эхо, типы релаксационных процессов. Квадрупольные эффекты

## 9. Нейтронные методы анализа

Взаимодействие нейтронов с веществом. Нейтронные методы анализа. Источники нейтронного излучения. Тепловые и холодные нейтроны. Нейтронная дифракция. Малоугловое рассеяние. Инвариант Порода. Приближение Гинье. Нейтронная рефлектометрия

## 10. Использование синхротронного излучения для диагностики материалов

Свойства и характеристики синхротронного излучения (СИ). Принципы получения, источники СИ: накопительные кольца и лазер на свободных электронах. Характеристики источников СИ и их прогресс (увеличение яркости источников, степени монохроматизации, управление поляризацией, временное разрешение). Обзор мировых центров синхротронного излучения. Классификация рентгеновских методов диагностики, использующих СИ. Особенности и преимущества использования синхротронных источников. Дифракционные, микроскопические и спектроскопические методы, использующие синхротронное излучение. EXAFS-спектроскопия. Основные принципы и информативность

## 11. Электронная спектроскопия. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС). Оже-электронная микроскопия

Электронная спектроскопия. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС). Определение состава поверхности и зарядовых состояний атомов. Современное развитие

оже-электронной спектроскопии. Определение состава поверхности – аналитические параметры. Оже-электронная микроскопия. Примеры исследования наноматериалов. Спектроскопия характеристических потерь энергии электронов. Сопоставление методов исследования поверхности

12. Рентгеновская спектроскопия. Рентгеноспектральный микроанализ. Рентгеновский флуоресцентный анализ

Рентгеновская спектроскопия. Неразрушающие методы определения состава твердых тел. Рентгеноспектральный микроанализ. Методы регистрации спектров (EDX, WDX). Пространственное разрешение. Определение состава. Аналитические параметры. Особенности и методики исследования планарных структур. Рентгеновский флуоресцентный анализ и его аналитические параметры.

13. Хроматографические методы анализа

Основные положения хроматографии. Неподвижная и подвижная фаза. Неудерживаемые компоненты. Мертвое время. Время удерживания. Теоретические тарелки. Газовая хроматография. Хромато-масс-спектрометрия. Высокоэффективная жидкостная хроматография. Обращенно-фазовая ВЭЖХ (ОФ ВЭЖХ). Ионная хроматография. Планарная (тонкослойная) хроматография. Особенности практической реализации хроматографических методов

14. Введение в электрохимические методы анализа. Классификация методов. Особенности для интеркаляционных материалов

Введение в электрохимические методы анализа. Классификация методов. Особенности для интеркаляционных материалов. Кинетика переноса заряда. Определение скорость-определяющей стадии. Диффузионный контроль. Контроль через зародышеобразование. Энергия активации переноса заряда через границу раздела. Влияние пленки SEI/CEI на результаты электрохимического эксперимента

15. Потенциодинамические и гальваностатические методы. Электрохимическое титрование

Вольтамперометрия. Гальваностатическое циклирование. Зависимость удельных характеристик от плотности тока разряда. Двух и трехэлектродные ячейки. Потенциостатическое и гальваностатическое прерывистое титрование. Определение коэффициентов диффузии в интеркаляционных материалах

16. Спектроскопия электрохимического импеданса

Спектроскопия электрохимического импеданса. Способы представления импеданса. Способы описания электрохимических цепей. Основные компоненты эквивалентных схем. Сопротивление. Емкость. Индуктивность. Диффузионный импеданс (элемент Варбурга). Элемент постоянной фазы. Некоторые структурные модели электрохимических систем. Особенности проведения эксперимента по регистрации импеданса

17. Методы электрохимического анализа на уровне аккумулятора в сборе

Методы электрохимического анализа на уровне аккумулятора в сборе. Степень заряда (state of charge) и степень сохранности емкости (state of health) аккумулятора, и способы их определения. Анализ прироста емкости (incremental capacity analysis). Анализ кривой производной ёмкости по напряжению (differential voltage analysis). Анализ пошагово измеренного напряжения разомкнутой цепи (incremental open-circuit voltage analysis)

## 18. Методы определения механики материалов

Методы определения механики материалов. Виды деформации: сжатие, растяжение, изгиб, кручение, сдвиг. Модуль Юнга. Прочность при разрыве, удлинение при разрыве. Принцип работы разрывной машины. Динамо-механический анализа. Релаксационные процессы. Взаимосвязь механических и термических свойств. Термомеханический анализ

## 19. Реологические характеристики материалов

Реологические характеристики материалов. Определение реологии. Виды течения. Сдвиговая и комплексная вязкость. Вязкость полимерных растворов. Релаксационные процессы в растворах и расплавах

## 20. Типы и классификация испытаний устройств

Типы и классификация испытаний устройств. Основные типы испытаний. Особенности проведения испытаний для устройств различного типа

## 21. Климатические, вакуумные и термо-вакуумные испытания

Климатические, вакуумные и термо-вакуумные испытания. Цели проведения испытаний. Используемое оборудования. Особенности проведения испытания

## 22. Виброиспытания

Виброиспытания. Цели проведения испытаний. Используемое оборудования. Особенности проведения испытания

## 23. Нормативно-правовая база проведения испытаний

Нормативные требования к испытанию народнохозяйственной продукции. Испытания электротранспорта и его составных частей. Требования к оформлению программ и методик испытаний. Планирование и организация проведения различных видов испытаний

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Физико-химические методы исследования объектов как источников больших баз данных**

#### **Цель дисциплины:**

ознакомление обучающихся с базовыми проблемами работы с большими данными и методами их решения; применение алгоритмов обработки больших данных к физико-химическим исследованиям, использование справочных баз данных; возможности применения современных физико-химических и математических методов в культурологии.

#### **Задачи дисциплины:**

Формирование представлений о работе с реляционными базами данных, извлечении, очистке и трансформации данных, полученных из различных источников, превращение информации в знание и создание моделей исследуемых процессов. Знакомство с современными алгоритмами машинной обработки данных.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- теоретические основы алгоритмов работы с большими данными, сильные и слабые стороны статистических методов;
- основные приемы извлечения, трансформации, очистки и хранения информации в базах данных;
- язык запросов SQL и инструментарий научно-ориентированных библиотек языка Python;
- типовые методы кластеризации, классификации и обнаружения скрытых тенденций, использование этих методов для прогнозирования;
- специфику различных физико-химических методов и баз данных, применяемых при их использовании;
- применения машинного обучения и нейросетей к построению моделей изучаемых явлений и процессов.

##### **уметь:**



- планировать стратегию исследования состава вещества и идентификации его компонент;
- обрабатывать экспериментальные данные, полученные с помощью физико-химических методов исследования вещества с использованием основных методологических принципов;
- использовать современные методики сбора, очистки и обработки данных;
- готовить наглядные презентации полученных результатов.

**владеть:**

- практическими навыками использования языка запросов SQL и написания простейших кодов на Python;
- навыками поиска в химических базах данных;
- типовыми приемами обработки и анализа результатов физико-химического и вычислительного эксперимента;
- методологией сопоставления и критической интерпретации массива данных, полученных всей совокупностью использованных физико-химических и математических методов исследования строения и состава вещества.

**Темы и разделы курса:**

1. Большие данные и революция в сознании

Наука о данных - вводная информация. Что такое большие данные. Поиск скрытых закономерностей – превращение информации в знание. Визуализация и презентация данных, наглядное представление массивов различной информации. Типы визуализации, преобразованы в форму, усиливающую восприятие и анализ информации. Работа с неструктурированной информацией. Организация и хранение больших данных.

2. Большие данные и культурное наследие

Большие данные, применительно к объектам культурного наследия могут быть использованы, главным образом, в следующих трех направлениях:

- 1) Цифровизация памятников культуры (картин, фресок, скульптур, архитектурных сооружений). Эти данные впоследствии окажутся исключительно полезны при реставрации объектов, подборе материалов, их идентификации, установлении совместимости.
- 2) Предотвращение преступлений в сфере культурного наследия. Выявление подделок, учет авторских и исторически значимых копий, препятствие вводу в оборот через аукционы и музеи фальшивых произведений, пресечение незаконного оборота похищенных произведений искусства.
- 3) Каталогизация и систематизация объектов культурного наследия. Классификация объектов, популяризация знаний, развитие туризма, повышение посещаемости музеев.

3. Физико-химические методы анализа как источник больших данных

Обзор вопросов сбора и использования больших данных в современной аналитической химии. Такие данные характеризуются значительными объемами, потоками и разнообразием. Их генерация и манипуляции с ними сопровождаются анализом биопроб, образцов другого происхождения, в первую очередь, методом хроматографии и масс-спектрометрии. Большие данные, полученные с помощью этих методов, обеспечивают многоаналитический анализ образцов, хотя характеристики обнаружения, идентификации и количественной оценки удовлетворительны не для всех анализируемых веществ. Применение простых аналитических систем также может сопровождаться накоплением больших объемов данных. Огромный объем информации содержится в больших химических базах данных, использование которых необходимо

при нецелевом анализе. При отборе кандидатов для идентификации учитывается распространенность (частота цитирования) химических веществ; идентификация включает использование эталонных масс-спектральных библиотек. Методы обработки, анализа и представления данных (статистика, хемометрия) эволюционируют с ростом объема информации. Технические характеристики компьютеров и их сетей улучшаются опережающими темпами, создавая потенциал для развития методов анализа и открытия новых возможностей.

#### 4. Об основах Data Science – добыча и очистка данных

Подготовка данных Знакомство с Data Mining. Очистка данных. Дублирование и пропуски. Процедуры ETL. Проблемы с выбором системы физических единиц. Подводные камни, о которых знают все, но попадают многие. Формат данных, типы переменных, выбор переменных, конструирование признаков, неполные данные, выбор алгоритма, обучение без учителя, обучение с учителем, обучение с подкреплением, другие факторы, настройка параметров, оценка результатов, метрики классификации, метрика регрессии, валидация, краткие итоги

#### 5. Понятие о базах данных

Терминология, используемая в теории БД на стадии проектирования и практической работы. Сведения о БД как важнейшем компоненте информационных систем. Реляционные базы данных, таблицы, атрибуты и отношения. Ключевые элементы таблицы, первичные и вторичные ключи. Связи между таблицами. Типы связи "один ко многим" (1:N) и "один к одному" (1:1). Хранимые процедуры и триггеры. Основные платформы, поддерживающие крупные хранилища данных (SAP, Oracle, Microsoft, Galaktika, 1С и т.д.) Классификация баз данных: централизованные и распределенные, с локальным доступом и базы данных с сетевым доступом. Понятие транзакции. Для всех современных баз данных можно организовать сетевой доступ с многопользовательским режимом работы

#### 6. Знакомство с химиоинформатикой

Химическое пространство описывает все возможные молекулы, а также многомерные концептуальные пространства, представляющие структурное разнообразие этих молекул. Часть этого химического пространства доступна в общедоступных базах данных от тысяч до миллиардов соединений. Использование этих баз данных для поиска лекарств представляет собой типичную проблему больших данных, ограниченную вычислительной мощностью, возможностями хранения данных и доступа к ним. Здесь мы рассмотрим последние разработки нашей лаборатории, включая прогресс в универсальных базах

химических данных (GDB) и фрагмент подмножество БПД-17, инструментов для лиганда на основе виртуального скрининга на ближайшей поиски соседа, такие, как наш мульти-отпечатков пальцев браузер на базе ZINC для выбора соединений приобретаемых скрининга, и их применения, чтобы обнаружить мощные и селективные ингибиторы кальциевого канала TRPV6 и Aurora в киназы, в polypharmacology браузер (ППБ) для прогнозирования мимо эффектов, и, наконец, интерактивной 3D-визуализации химического пространства, используя наши онлайн инструменты WebDrugCS и WebMolCS.

## 7. Молекулярные дескрипторы - продолжение

Внутреннее и внешнее представление химической информации.

Концепция молекулярных дескрипторов. Свободно доступные компьютерные программы расчета дескрипторов. Создание и работа с химическими базами данных. Свободно доступные базы данных: PubChem, PDB, ZINC, NCI, DrugBank, BindingDB, ChemSpider, Kegg и др.

Навигация в химическом пространстве данных: базовые понятия, область применения. Методы навигации в химическом пространстве данных. Дизайн "сфокусированных библиотек". Виртуальный скрининг. Классификационные методы машинного обучения, используемые в химической информатике. Оценка качества классификационных моделей. Расчет молекулярных дескрипторов и разработка классификационных моделей. Регрессионные методы машинного обучения, используемые в химической информатике

## 8. Вероятность против детерминизма

Вероятность и достоверность. Парадоксы теории вероятности. Черные лебеди и не нормальные (негауссовы) распределения с тяжелыми хвостами. Примеры распределений «ранг - размер» типа Ципфа Мандельброта. История анализа текстов, применение частотного анализа. Примеры из экономики, географии, военных действий. Оценки, проводимые с помощью ранговых распределений. Моделирование – главный путь превращения информации в знания. Иерархия моделей. В каких случаях уместен статистический анализ. Отличие науки от бизнеса. Парадокс Бертрана. Парадокс Симпсона. Отличие «ошибки» эксперимента от «неверной интерпретации» эксперимента

## 9. Введение в язык SQL

Язык SQL появился в 1974 г. при выполнении исследовательского проекта System R компании IBM. Тогда и долгое время спустя считалось, что язык SQL является практической реализацией идей реляционной модели данных, а многие пользователи языка и сегодня придерживаются того же мнения.

Поддерживаемые в SQL типы данных и преобразование типов. Создание пользовательских типов данных. Понятие выражения и оператора в SQL. Понятие домена - набор допустимых значений для одного или нескольких атрибутов. Если в таблице базы данных или в нескольких таблицах присутствуют столбцы, обладающие одними и теми же характеристиками, можно описать тип такого столбца и его поведение через домен, а затем поставить в соответствие каждому из одинаковых столбцов имя домена. Домен определяет все потенциальные значения, которые могут быть присвоены атрибуту.

Создание баз данных. Запросы к базе данных. выборка данных, СУБД, операции, результат выполнения запроса, выражение, параметр, фильтрация строк, группировка строк, список, критерий отбора, предикат, значение, дублирующие записи, операции реляционной алгебры, запись, WHERE, пользователь, FROM, условия поиска, сравнение, диапазон, принадлежность множеству, соответствие шаблону, значение NUL.

Приоритет операций. объединение отношений, пересечение, разность, декартово произведение, выборка, проекция, соединение, теоретико-множественные операции, операция проекции, операции реляционной алгебры, соединение по эквивалентности, внешнее соединение, полусоединение, кортеж отношения, деление

## 10. Знакомство с библиотеками языка Python

Библиотека Pandas

<https://habr.com/ru/company/ruvds/blog/494720/>

Знакомство с библиотекой языка Python. Scikit

Знакомство с библиотекой языка Python. Numpy

## 11. Знакомство с регрессией

Метод наименьших квадратов. Простая линейная регрессия. Вычисление коэффициентов регрессии и ошибок их определения. Линейная регрессия со scikit-learn. Пример решения задачи множественной регрессии с помощью Python. Полное руководство по линейной регрессии в Scikit-Learn.

## 12. Нелинейная регрессия

Сводимость нелинейной регрессии к линейной. Метод Ньютона –Рафсона, итерационное приближение. Метод Левенберга-Марквардта. Оценка ошибок определения численных параметров нелинейной регрессии.

## 13. Метод главных компонент

Подготовка данных. Сглаживание спектров ЭПР. Ковариационная матрица. Нормальная форма Фробениуса. Алгоритм Данилевского. Примеры распознавания спектров. Пример изучения пищевой ценности, главные компоненты, пример: анализ пищевых групп, ограничения, обзор темы.

## 14. Системы поддержки принятия решений, коллаборативная фильтрация

Проблема рекомендации товаров или услуг. Прогнозирование неизвестных предпочтений. Алгоритмы «от клиента» User Based, UB CF и «от продукта». Item Based, IB CF. Меры схожести (косинусная мера, коэффициент корреляции пирсона, евклидово расстояние, коэффициент танимото, манхэттенское расстояние). SVD-разложение (Singular Value Decomposition), оно же сингулярное разложение. Проблема холодного старта. Белые вороны.

## 15. Кластеризация методом k-средних

Поиск кластеров разбиение множества элементов векторного пространства на известное число кластеров. Пример: профили кинозрителей, определение кластеров, сколько кластеров существует? Что включают кластеры? Ограничения. Пример кластеризации изображений движущихся объектов.

#### 16. Метод k-ближайших соседей и обнаружение аномалий

Теория метода, интуитивная основа KNN – самый простой из всех контролируемых алгоритмов машинного обучения. Вычисление расстояний от каждой новой точки данных до всех других обучающих точек данных. Пищевая экспертиза, яблоко от яблони недалеко падает, пример поиска истинных различий. Обнаружение аномалий. Ограничения. Реализация алгоритма KNN с помощью Scikit-Learn. Алгоритм KNN плохо работает с категориальными объектами

#### 17. Ассоциативные правила

Составление схемы отношений, пример: геополитика в торговле оружием, Лувенский метод, алгоритм PageRank, ограничения, обзор темы

#### 18. Анализ социальных сетей

Составление схемы отношений, пример: геополитика в торговле оружием, Лувенский метод, алгоритм PageRank, ограничения, обзор темы

#### 19. Дерево решений

Дерево решений – наглядная пошаговая инструкция, что делать в какой ситуации. эффективное разделение выборки путем пошагового уменьшения энтропии. Создание дерева решений. Прогноз выживания в катастрофе. Пример: спасение с тонущего «Титаника». Ограничения.

#### 20. Случайные леса

Случайный лес — является одним из немногих универсальных алгоритмов, дошёл до нашего времени в «первозданном виде» и никакие эвристики не смогли его существенно улучшить. Идея заключается в использовании большого ансамбля решающих деревьев, каждое из которых само по себе даёт очень невысокое качество классификации, но за счёт их большого количества результат получается хорошим Масштабирование данных и разделение на обучающую и тестовую выборки. Пример: предсказание криминальной активности. Ансамбли. Бэггинг

#### 21. A/B-тестирование и многорукие бандиты

Основы A/B-тестирования, предназначение метода. Методика проведения тестов. Ограничения A/B-тестирования. Стратегия снижения эpsilon. Анализ результатов, оценка значимости. Пример: многорукие бандиты. Забавный факт: ставка на победителя

#### 22. Нейронные сети

Обзор темы

Создание мозга

Пример: распознавание рукописных цифр

Компоненты нейронной сети

Правила активации

Ограничения

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Физико-химические основы материаловедения в объектах культурного наследия**

#### **Цель дисциплины:**

Цель курса – ознакомление обучающихся с основными принципами современных композиционных материалов, использованных в изобразительном искусстве при создании объектов культурного наследия.

#### **Задачи дисциплины:**

формирование базовых знаний и представлений о принципах создания и использования композиционных материалов, использованных в изобразительном искусстве при создании объектов культурного наследия, техники проведения современных спектральных исследований, методов пробоподготовки и интерпретации полученных результатов, в том числе с использованием спектральных баз данных.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- теоретические основы науки о разрушении материалов;
- физические принципы создания волокнистых композитов;
- специфику технологии создания композиционных материалов;
- критерии оценки статистической значимости экспериментальных данных.

##### **уметь:**

- планировать стратегию использования композитов и материалов, использованных в изобразительном искусстве при создании объектов культурного наследия;
- готовить образцы для проведения механических исследований свойств композиционных армированных волокнистых материалов и тканей;
- обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, полученные с помощью механических методов исследования материалов, в том числе волокнистых.

**Владеть:**

- методологией выбора и использования материалов, используемых в объекте культурного наследия;
- способами работы с современными композиционными материалами, полимерами и клеями;
- способами интерпретации данных, полученных различными физико-химическими методами исследования строения вещества;
- основами науки о разрушении материалов.

**Темы и разделы курса:****1. Введение в науку о материалах**

Классификация материалов – металлы, керамики, полимеры, композиты. Структура, представление о структурных уровнях. Атомный, микро-, мезо- и макроуровни структуры. Классификация композиционных материалов. Волокнистые и дисперсно-наполненные композиционные материалы

**2. Механические характеристики**

Модуль упругости, предел прочности, коэффициент Пуассона. Показатели эффективности материалов

**3. Применение композиционных материалов**

История разработки. Применение волокнистых композитов в космической технике, авиации, транспорте, спорттоварах и музыкальных инструментах.

**4. Механизмы деформирования и механизмы разрушения композитов**

Механизмы деформирования. Механизмы пластического течения – течение по полосам сдвига, крэйзинг, дислокации

**5. Концентраторы напряжения**

Критерий Гриффитса. Вязкость разрушения. Вязкость клеевого разрушения, прочность склейки и её применение для реставрации

**6. Волокнистые композиты**

Типы и свойства волокон: стеклянные, арамидные, борные, углеродные, карбид кремния, окись алюминия. Три типа матриц – полимерные, металлические, керамические, их особенности. Типы полимерных матриц, их характеристики. Углерод/углеродные композиты, область их применения.

**7. Свойства и применение волокнистых композитов**

Правило смесей в однонаправленных композиционных материалах. Распределение напряжения по длине волокна. Зависимость эффекта усиления от отношения длины волокна к его диаметру. Ориентация волокон. Возможные механизмы упрочнения композитов



## 8. Механизмы разрушения волокнистых композиционных материалов

Механизмы разрушения однонаправленных композиционных материалов при растяжении вдоль волокон. Накопление разрывов волокон. Статистическая теория прочности. Неэффективная длина волокон. Правило смесей. Разрушение при сжатии и изгибе.

## 9. Влияние пор на свойства композитов при сжатии и сдвиге

Когезионная прочность матрицы, адгезионная прочность границы раздела. Усталостная и длительная прочность материалов. Влияние температуры, усталости и влажности.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Физико-химические основы электрохимических накопителей энергии**

#### **Цель дисциплины:**

- формирование у обучающихся специализированных представлений о видах, принципах работы, основных физико-химических принципах функционирования и технологии вторичных химических источников тока, включая литий- и натрий-ионные аккумуляторы, и пост-металл-ионные системы, а также об основных классах материалов для электрохимических накопителей энергии.

#### **Задачи дисциплины:**

- углубление базовых фундаментальных и формирование специализированных знаний и представлений о принципах работы, основных процессах и их механизмах и теоретическом описании, лежащих в основе современных электрохимических накопителей энергии, о материалах используемых для их изготовления.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные виды используемых современных вторичных ХИТ, их преимущества и недостатки, физико-химические принципы их работы;
- материалы, используемые в качестве электродов и электролитов в современных вторичных ХИТ;
- основы технологии современных ХИТ, включая металл-ионные.

##### **уметь:**

- выполнять расчеты напряжения ХИТ из термодинамических данных, удельной емкости и энергии электрохимических пар;
- объяснять принципы работы различных электрохимических накопителей энергии, кинетику и термодинамику процессов на электродах, выбрать методы их характеристики;
- анализировать результаты электрохимических испытаний;

- анализировать научную литературу с целью выбора информации о работе, перспективах и характеристиках различных материалов для ХИТ;
- готовить электроды из исходных электродных материалов, собирать и проводить электрохимические испытания тестовых ячеек.

**владеть:**

- основными электрохимическими теориями и концепциями, описывающими процессы на электродах и в электролите, а также принципы работы металл-ионных и пост-литиевых аккумуляторов;
- основными электрохимическими методами характеристики различных электрохимических систем, используемых во вторичных ХИТ;
- ключевыми технологическими приемами, используемыми в производстве металл-ионных ХИТ;
- навыками к интерпретации и обсуждения результатов проведенного исследования, основываясь на современной литературе.

**Темы и разделы курса:**

1. Общая классификация ХИТ и роль электрохимических накопителей в новом энергопереходе

Общая классификация ХИТ. Виды электрохимических накопителей и области их применения. Роль электрохимических накопителей в новом энергопереходе. Первичные и вторичные ХИТ, классификация и основные характеристики, описывающие функционирование ХИТ (разрядное и зарядное напряжения, выход по току и по энергии, емкость, внутреннее сопротивление, максимальная теоретическая удельная энергия, мощность). Обзор электрохимических систем для первичных и вторичных источников тока. Четвертый энергопереход и роль электрохимических накопителей в нем.

2. Термодинамика электрохимических накопителей энергии

Принципы, определяющие емкость и напряжение, уравнение Нернста. Термодинамика электрохимических накопителей энергии. Структура двойного электрического слоя (модели Гельмгольца, Гуи-Чэпмэна и Штерна). Электрохимический потенциал. Разрядные кривые и правило фаз Гиббса. Равновесный потенциал. Катодные и анодные материалы в ХИТ. Преимущества использования лития в ХИТ

3. Влияние кинетических ограничений на работу электрохимических накопителей энергии

Основные понятия кинетики электродных процессов. Уравнение Батлера-Фольмера, активационная поляризация. Диффузия электроактивных частиц в растворах электролитов и в твердом теле. Концентрационная поляризация. Диффузия в пористых средах.

4. Электролиты для ХИТ

Электролитическая диссоциация и сольватация. Ионная проводимость и подвижность ионов. Уравнение Нернста-Эйнштейна. Жидкие, гель-полимерные и полимерные

электролиты для литиевых и литий-ионных аккумуляторов. Механизмы ионного транспорта в полимерных электролитах, не-Нернстовская подвижность ионов. Представление об электрохимическом окне электролита. Числа переноса и методы их определения. Твердые литий-проводящие электролиты. Механизмы транспорта ионов в твердом теле. Энергия активации проводимости.  $\beta$ -глинозем, NASICON, LISICON, гранаты,  $\text{Li}_{10}\text{GeP}_2\text{S}_{12}$ , аргиродиты. Аморфные ионные проводники. Ионный транспорт в наноструктурированных системах

#### 5. Процессы интеркаляции в электродные материалы. Литий-ионные аккумуляторы

Интеркаляционные процессы на электродах ХИТ, устройство и принцип работы литий-ионного аккумуляторов (ЛИА). Отрицательные электроды для ЛИА. Внедрение катионов лития в графит, изменение кристаллической структуры графита. Жесткие и мягкие модификации углерода. Положительные электроды для ЛИА. Катодные материалы первого поколения: особенности кристаллической структуры, их электрохимические характеристики. Факторы, определяющие потенциалы внедрения/извлечения катионов лития. Механизмы и кинетика интеркаляции/экстракции лития. Катодные материалы второго поколения: особенности строения и электрохимические свойства соединений с анионными группировками (фосфаты, сульфаты, силикаты и т.д.). Перспективы совершенствования литий-ионных аккумуляторов, новые интеркаляционные катодные материалы. Методы синтеза электродных материалов, роль наноструктурирования.

#### 6. Особенности конверсионных электродных процессов и образования сплавов. Металлический литиевый электрод

Конверсионные реакции в положительных электродах ЛИА. Конверсионные реакции в отрицательных электродах ЛИА. Субоксиды переходных металлов. Образование интерметаллидов  $\text{Li}_x\text{Si}_y$ . Литиевые сплавы. Литий-металлические первичные ХИТ и аккумуляторы. Проблемы переосаждения металлического лития и борьба с ними. Дендритообразование (модели с ограниченной диффузией и с ограниченной электромиграцией, время Сэнда). Роль SEI и твердотельной диффузии в металле в нарушении морфологической стабильности фронта электрокристаллизации лития. Пути борьбы с дендритообразованием (добавки к электролитам, полимерные электролиты, электростатическое экранирование, использование механических нагрузок).

#### 7. Технология производства ЛИА и их жизненный цикл

Технологические аспекты изготовления электродов для литий-ионных аккумуляторов. Обзор оборудования и методов, используемых при приготовлении и применении электродных паст. Влияние состава и микроструктуры электродных покрытий на удельные показатели аккумуляторов. Различные типы полимерных связующих. Основные технологические операции по подготовке электродов и сборке электродных блоков. Заправка и корпусирование аккумуляторов. Формование и состаривание. Старение и деградация характеристик ЛИА. Основные механизмы деградации. Жизненный цикл ЛИА и устойчивое развитие. «Вторая жизнь» аккумуляторов. Основные технологии переработки ЛИА. Практический семинар для ознакомления с технологическими аспектами изготовления электродов для литий-ионных аккумуляторов, сборки электродных блоков и получения опыта самостоятельного создания литий-ионных аккумуляторов в формате coin-cell и pouch-cell. Измерение ключевых функциональных характеристик изготовленных образцов.

#### 8. Аспекты безопасности металл-ионных аккумуляторов

Источники опасности в металл-ионных аккумуляторах. Базовые представления о теории теплового взрыва. Процессы теплового разгона металл-ионного аккумулятора. Процессы разложения SEI. Термическая стабильность катодных материалов. Методы повышения безопасности металл-ионных аккумуляторов. Катодные материалы нового поколения. Специальные сепараторы. Функциональные и пламягасящие добавки в электролиты. Внешние устройства для повышения безопасности (клапаны, РТС, плавкие вставки и др.)

#### 9. Пост-металл-ионные системы

Классы катодных материалов для интеркаляции натрия. Анодные углеродные и неуглеродные материалы для интеркаляции натрия. Механизмы накопления натрия в углеродных материалах. Электролиты для натрий-ионных аккумуляторов. Литий-серные аккумуляторы: принцип работы и основные характеристики. Образование полисульфидов лития и полисульфидный промежуточный комплекс. Литий-воздушные аккумуляторы: принцип работы, классификация и характеристики. Механизмы электрокаталитического восстановления кислорода в водных и апротонных средах. Материалы положительных электродов и их устойчивость. Твердотельные литиевые и литий-ионные аккумуляторы. Принципы работы и основные проблемы разработки твердотельных аккумуляторов. Интерфейсы твердое-твердое и их модификация как основной аспект создания твердотельных аккумуляторов.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Физико-химические основы энергетических установок на топливных элементах**

#### **Цель дисциплины:**

- ознакомление обучающихся с основными принципами функционирования топливных элементов (ТЭ), литий-ионных аккумуляторов, а также энергетических установок на их основе и системами автономной энергетики.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний и представлений о работе топливных элементов, литий-ионных аккумуляторов, построении систем контроля, управления и защиты, а также о создании энергетических установок на их основе и автономных систем автономной энергетики.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- общие принципы построения энергетической системы в рамках Арктической программы МФТИ;
- современное состояние науки и техники в области твердооксидных топливных элементов и энергоустановок на их основе;
- причины возникновения ЭДС в топливном элементе, факторы, влияющие на её значение, и термодинамические основы вычисления ЭДС;
- знак зависимости ЭДС от температуры, давления, доли непрореагировавших компонентов;
- вид вольт-амперной характеристики идеального ТЭ и её изменение при учёте внутреннего сопротивления;
- внутреннюю структуру твердооксидного топливного элемента;
- основные электрохимические процессы, дающие вклад в потери на ТЭ;
- структуру внутреннего сопротивления ТЭ;
- методы исследования и анализа структуры внутреннего сопротивления ТЭ;

- стабильность электрохимических характеристик ТЭ и связь с фазовыми и микроструктурными изменениями в ТЭ;
- вид распределения ионного и электронного токов в пористом электроде, параметры, определяющие сопротивление пористого электрода, вид годографа импеданса пористого электрода;
- концепцию химической ёмкости и ёмкости двойного заряженного слоя;
- современное состояние области науки, посвященной разработке функциональных материалов для их использования в качестве компонентов ТЭ;
- основные методы исследования ТЭ, электродных процессов и функциональных материалов;
- основные методы материалов ТЭ с использованием растровых и просвечивающих электронных микроскопов;
- классификацию мембранно-электродных блоков по геометрии и несущему элементу;
- основные методы изготовления структурных элементов ТЭ, их область применения и характеристики получаемых слоев;
- основные технические задачи, решаемые при разработке батареи ТЭ;
- область применения компьютерного моделирования для задач ТЭ, основные методы моделирования и принципы выбора того или иного метода;
- схемы снабжения батарей ТЭ топливом;
- характер зависимости предельного КПД системы от мощности при постоянном коэффициенте использования топлива;
- сущность и закономерности современного гетерогенного катализа;
- закономерности влияния свойств реагентов и продуктов реакций на состояние гетерогенных катализаторов в ходе эксплуатации;
- принцип работы и классификация химических источников тока;
- технологические аспекты производства литий-ионных аккумуляторов;
- основные материалы для изготовления современных ЛИА;
- принцип работы системы контроля, управления и защиты ЛИАБ;
- методы анализа экспериментальных данных при разработке и производстве ЛИА;
- принцип построения и функционирования системы накопления энергии и микросетей.

**уметь:**

- критически анализировать информацию по разработкам в области твердооксидных топливных элементов;
- рассчитывать ЭДС топливного элемента при данных условиях;

- рассчитывать напряжение на идеальном топливном элементе при данном токе и внешних условиях;
- анализировать структуру внутреннего сопротивления ТЭ по набору экспериментальных данных;
- сопоставлять данные электрохимических исследований, полученных в различных условиях работы ТЭ, и определять на их основе процесс, лимитирующий эффективность работы ТЭ;
- интерпретировать спектры импеданса электродов и определять направление оптимизации электродов на их основе;
- прогнозировать поведение физико-химических свойств материалов в условиях изготовления и эксплуатации ТЭ;
- критически анализировать литературные данные, посвященные испытаниям модельных ячеек ТЭ на основе нетрадиционных материалов;
- описать основные методы исследования ТЭ, электродных процессов и функциональных материалов;
- описать основные методы анализа материалов ТЭ с использованием растровых и просвечивающих электронных микроскопов, описать основные узлы и работу детекторов;
- производить подбор оптимальной методики изготовления по требованиям, предъявляемым к морфологии и составу структурного элемента ТЭ;
- рассчитывать вольт-амперную характеристику неидеального ТЭ с линейным омическим сопротивлением;
- выбирать модель для решения задач, встречающихся при разработке ТЭ;
- вычислять предельный КПД системы при данных топливе и рабочих условиях батареи ТЭ;
- разбираться в основных видах каталитических систем, имеющих большое значение для топливных элементов;
- применять основные законы химии для обсуждения свойств и характеристик гетерогенно-каталитических систем;
- ориентироваться в выборе электродных материалов для различных электрохимических систем;
- ориентироваться в особенностях технологических процессов формирования литий-ионных аккумуляторов;
- рассчитать предельные и номинальные характеристики ЛИА и ЛИАБ.

**владеть:**

- теоретическими знаниями по современному уровню развития технологии ТЭ;
- способами интерпретации данных, полученных электрохимическими методами исследования ТЭ;



- методологией современных методов исследования внутренней структуры сопротивления ТЭ;
- теоретическими знаниями, необходимыми для прогнозирования возможности использования различных групп соединений в качестве компонентов ТЭ;
- общим пониманием базового набора подходов и методов исследования ТЭ, электродных процессов в них, а также функциональных материалов;
- знаниями по принципам работы микроскопов, используемых при анализе материалов ТЭ (растровых и просвечивающих электронных);
- теоретическими знаниями по классификации мембранно-электродных блоков ТЭ по геометрии и несущему элементу;
- теоретическими знаниями по основным методам изготовления структурных элементов ТЭ;
- методами одномерного моделирования электродов, на уровне ТЭ;
- основными принципами методологии составления компьютерной модели;
- основными подходами проектирования батарей ТЭ;
- целостной системой знаний о гетерогенном катализе и механизмах, лежащих в основе реакций конверсии топлива в водородсодержащий газ для топливных элементов;
- навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;
- актуальной информацией о современных материалах и технологиях производства литий-ионных аккумуляторов;
- методами анализа экспериментальных данных при разработке и производстве ЛИА;
- методами моделирования работы ЛИА и ЛИАБ.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Арктическая программа МФТИ в части энергетики

Основные аспекты концепции создания энергетической системы опорного пункта связи для Арктического региона Российской Федерации.

Блок первичной генерации электрической энергии. Возобновляемые источники энергии. Ветровые генераторы в арктическом исполнении. Солнечные панели.

Блок генерации водорода. Электролизеры, их основные типы и современный уровень развития технологии. Щелочные электролизеры. Твердополимерные электролизеры. Твердооксидные электролизеры.

Блок хранения водорода. Хранение водорода в сжатом (компримированном виде), основные характеристики. Хранение водорода в металл-гидридных баллонах, основные параметры технологии. Хранение водорода в жидких органических носителях, основные характеристики, реакторы гидрирования и дегидрирования, типы жидких органических

носителей (пар гидрирования-дегидрирования). Катализаторы гидрирования и дегидрирования.

Блок вторичной генерации электроэнергии и тепловой энергии. Типы топливных элементов. Твердооксидные топливные элементы, энергоустановки на их основе, основные характеристики. Мембранно-электродные блоки, батареи. Твердополимерные топливные элементы, энергоустановки на их основе, основные характеристики. Микротурбины, основные характеристики. МультиМЭС – многорежимная мобильная электростанция с переменными оборотами дизельного двигателя и электронно-машинным генератором на постоянных магнитах.

Блок накопления электрической энергии. Литий-ионные аккумуляторы, их основные характеристики. Перспективные решения в области хранения электрической энергии.

Блок управления потоками мощности. Энергетические порты. Энергетический хаб. Энергетические роутеры. Применение искусственного интеллекта к задаче балансирования электрической энергии в микрогриде.

Блок подключение полезной нагрузки. Электроприемники. Теплоснабжение.

## 2. Твердооксидные топливные элементы (ТОТЭ) и их применение

Принцип работы топливных элементов. Классификация топливных элементов по рабочей температуре. Классификация топливных элементов по переносимому через мембрану иону. Основные достоинства и недостатки различных типов топливных элементов.

Принцип работы твердооксидных топливных элементов, принципиальная схема. Основные достоинства и недостатки технологии по сравнению с другими технологиями генерации электрической и тепловой энергии из первичных источников энергии (топлива). Место ТОТЭ среди других технологий генерации. Единичные мембранно-электродные блоки ТОТЭ, батареи (сборки, стеки) ТОТЭ, энергетические установки.

Рынок топливных элементов в разрезе различных регионов мира, характерных диапазонов мощности, характерных областей применения.

## 3. Термодинамика ТОТЭ

Первое начало термодинамики в случае обратимой электрохимической реакции. КПД процесса генерации электроэнергии на топливном элементе. Коэффициент использования топлива/окислителя. Связь ЭДС обратимой электрохимической реакции с изменением термодинамических потенциалов. Уравнение Нернста. ЭДС обратимой реакции окисления  $H_2$ ,  $CO$  и  $CH_4$  в зависимости от температуры и давления. Вольт-амперная характеристика идеального топливного элемента.

## 4. Структура внутреннего сопротивления ТОТЭ

Эффективность работы ТОТЭ напрямую зависит от величины его внутреннего сопротивления. Требование бесперебойной длительной работы ЭУ на ТОТЭ приводит к дополнительному требованию стабильности характеристик ТОТЭ во времени. Современный ТОТЭ представляет из себя многослойный (около 10 слоев) керамо-металлический пакет, каждый из структурных элементов которого вносит вклад в полное

внутреннее сопротивление. Основные потери в ТОТЭ связаны с протеканием окислительно-восстановительных реакций и транспортом электронного и ионного токов. В процессе изготовления и работы структурные элементы ТОТЭ испытывают фазовые и морфологические изменения, влияющие на их вклад во внутреннее сопротивление элемента. В лекциях о структуре внутреннего сопротивления ТОТЭ будут освещены как вопросы внутренней структуры ТОТЭ и влияния ее на внутреннее сопротивление, так и вопросы эволюции сопротивления во времени.

Лекции о структуре внутреннего сопротивления ТОТЭ содержат в себе следующие тематические блоки; структура ТОТЭ и основные функции структурных элементов ТОТЭ; электрохимические процессы, протекающие в отдельных структурных элементах ТОТЭ и их вклад в полное внутреннее сопротивление ТОТЭ; подходы и методы анализа структуры внутреннего сопротивления ТОТЭ; стабильность внутреннего сопротивления ТОТЭ и основные факторы, влияющие на стабильность характеристик; фазовые и морфологические изменения структурных элементов ТОТЭ и связанное с ними изменение внутреннего сопротивления ТОТЭ.

#### 5. Одномерная модель пористого электрода ТОТЭ

Распределённая электрохимическая реакция в пористом электроде. Модель электрода на основе цепи распределённых элементов. Возможность выражения химического потенциала в электрических единицах. Ёмкость двойного заряженного слоя. Химическая ёмкость. Расчёт сопротивления модели постоянному и переменному току. Частные случаи. Влияние нелинейности, газодиффузионных потерь.

#### 6. Общий подход к выбору функциональных материалов ТОТЭ

Основные требования к материалам электролита, электродов, интерконнектора, герметика. Электронная, ионная, общая проводимость. Способы измерения проводимости и чисел переноса. Термическое, химическое расширение оксидных материалов, способы их измерения. Электрохимическая поляризация, ее виды, причины возникновения, способы измерения.

#### 7. Функциональные материалы ТОТЭ

Электролиты. Вакансионный, межузельный механизм кислород-ионного переноса. Электролиты на основе диоксида циркония, основные подходы к улучшению их функциональных свойств. Проблема старения электролитных материалов, пути ее решения. Электролиты на основе оксида церия, их преимущества и ограничения. Электролиты на основе галлата лантана, их преимущества и ограничения. Другие группы материалов с доминирующей кислород-ионной проводимостью.

Катоды. Основные закономерности изменения функциональных свойств сложнооксидных материалов в зависимости от положения составляющих элементов в Периодической системе химических элементов. Катодные материалы на основе манганита лантана, их структурные и физико-химические особенности. Способы изготовления и нанесения катодных слоев на основе манганитов. Низкотемпературные катоды, их преимущества и ограничения. Композитные катоды.

Аноды. Металл-керамические композитные аноды (керметы). Преимущества и ограничения использования никельсодержащих анодов. Способы изготовления и

нанесения никельсодержащих анодов. Биметаллические, безникелевые керметы. Аноды на основе керамических материалов со смешанной проводимостью, их преимущества, ограничения и примеры использования.

Интерконнекторы. Керамические и металлические интерконнекторы, их преимущества и ограничения. Проблема загрязнения компонентов ТОТЭ хромом, основные механизмы и способы ее решения.

Герметики. Способы герметизации ячейки ТОТЭ. Стеклокерамические герметики, их основные характеристики. Способы изготовления и нанесения герметиков.

## 8. Дegradaция компонентов ТОТЭ

Основные причины деградации компонентов ТОТЭ. Микроструктурная деградация, ее причины и способы устранения. Фазовая стабильность компонентов ТОТЭ. Дegradaция анодов в углеводородном и серосодержащем топливе. Взаимодействие между компонентами ТОТЭ. Защитные подслои, их назначение, способы нанесения и недостатки.

## 9. Методы исследования ТОТЭ

Основные методы исследования твердооксидных топливных элементов. Исследование вольтамперных и мощностных характеристик. Импедансная спектроскопия. Хронопотенциометрия. Микроскопические методы исследования. Хроматография и анализ состава газовых смесей.

Основные методы исследования электродных процессов в ТОТЭ. Комбинационное рассеяние света. Микроскопические методы исследования. Исследование электродной поляризации.

Основные методы исследования функциональных материалов. Термогравиметрический анализ. Дифференциальный термический анализ (ДТА) и дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК). Дилатометрия, термическое и химическое расширение материалов. Высокотемпературная электронная и ионная проводимость. Изучение чисел переноса. Измерение коэффициента Зеебека. Времяпролетная вторично-ионная масс-спектроскопия и изотопный обмен.

## 10. Микроскопические методы исследования в применении к ТОТЭ

Целью лекции является теоретическое освоение слушателями наиболее распространенных методов анализа материалов ТОТЭ с использованием растровых и просвечивающих электронных микроскопов. В лекции будут рассмотрены устройства основных узлов электронных микроскопов, описана работа детекторов и рассмотрены примеры исследования некоторых материалов.

Взаимодействие ускоренных электронов с веществом. Устройство электронных микроскопов. Растровая электронная микроскопия (РЭМ). Количественный и полуколичественный рентгеноспектральный микроанализ на РЭМ. Подготовка образцов для исследования на РЭМ. Просвечивающая электронная микроскопия. Дифракция ускоренных электронов при взаимодействии с кристаллическими материалами. Просвечивающая электронная микроскопия высокого разрешения.

Элементный анализ с использованием ПЭМ. Подготовка образцов для исследования на ПЭМ.

## 11. Практическая реализация мембранно-электродных блоков ТОТЭ

Мембранно-электродный блок является базовым звеном технологии твердооксидных топливных элементов. Существует множество подходов к реализации ТОТЭ, которые можно классифицировать по таким параметрам, как геометрия, несущий элемент, тип токосъема и т.д. Каждый из подходов к реализации ТОТЭ имеет свои преимущества и недостатки, которые будут освещены на лекции. К примеру, элементы трубчатой конструкции наиболее устойчивы к термическим стрессам, однако, съём тока с них существенно затруднен. В то же время, для элементов планарной конструкции, где обеспечение эффективного контакта электрод | токосъём не представляет таких сложностей, существенной проблемой является разделение окислительного и топливного объемов. Выбор элемента мембранно-электродного блока, несущего основные механические нагрузки, во много определяет возможные используемые методы изготовления остальных слоев ТОТЭ и допустимые технологические режимы обработки. Так элементы на основе несущего металла не допускают применения высокотемпературных обработок в окислительной атмосфере. Отдельное внимание будет уделено методам изготовления как несущих подложек, так и остальных слоев мембранно-электродных блоков ТОТЭ. Можно выделить четыре основных группы методов изготовления структурных элементов ТОТЭ: коллоидные, аэрозольные, физического и химического осаждения. Будут освещены области применения каждого из методов и возможные характеристики получаемых слоев.

## 12. Одномерная модель неидеального ТОТЭ. Практическая реализация батарей ТОТЭ

Вывод уравнения относительно коэффициента использования топлива вдоль канала. Эффективное внутреннее сопротивление идеального ТОТЭ. Решение методом конечных разностей. Зависимость вольт-амперной характеристики ТОТЭ от его сопротивления. Учёт нелинейной поляризации электродов и диффузионных потерь – расчёт с помощью специализированного ПО.

Задачи, возникающие при проектировании батареи ТОТЭ. Способы герметизации, создания электрического контакта. Геометрические варианты. Пример первой батареи ИФТТ РАН.

## 13. Применение компьютерного моделирования к задачам ТОТЭ

Область применения компьютерного моделирования для задач ТОТЭ. Примеры задач, решаемых моделированием.

Основы метода конечных элементов. Моделирование мембранно-электродного блока.

Моделирование топливного элемента. Основные методы упрощения модели.

Выбор размерности задачи. Использование симметрий. Метод последовательных приближений. Метод эффективных сред. Выделение существенных степеней свободы. Моделирование батареи топливных элементов.

Моделирование энергоустановки. Блок-схема модельной задачи. Краткий обзор некоторых программных пакетов по моделированию.

#### 14. Интеграция батарей ТОТЭ в энергетические установки

Основные схемы снабжения батарей ТОТЭ топливом: простая, с рециклом водорода, с рециклом воды, с конверсией анодными газами. Расчёт предельного КПД системы на базе ТОТЭ. Зависимость КПД и тепловыделения от снимаемой мощности.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Физико-химические процессы в газодинамике**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение теоретических основ и ознакомление с экспериментальными методами исследования физико-химических процессов, происходящих в ударных волнах и в сверхзвуковых расширяющихся потоках высокоэнтальпийного газа.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление с особенностями газодинамических процессов, с участием релаксирующих газовых смесей, с замедленным возбуждением внутренних степеней свободы атомов и молекул, с иерархией характерных времен релаксационных процессов, с механизмами влияния релаксационных процессов на газодинамические параметры;

- ознакомление с существующими теоретическими и эмпирическими моделями расчета характерных времен релаксационных процессов в газах;

- формирование способности оперировать полученными знаниями для оценок характерных времен релаксационных процессов в задачах газодинамики, выбора приближений и моделей для постановки и проведения исследования газодинамических процессов.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия, законы, теории классической и современной физики;

- порядки численных величин, характерные для различных разделов физики;

- современные проблемы физики, химии, математики;

- основы молекулярной физики, химической кинетики и термодинамики, физики плазмы, ударных волн;

- экспериментальные методы исследования релаксационных свойств газов и газовых смесей;

- теоретические подходы к расчету характерных времен релаксационных процессов в газовых смесях;

- современные модели описания релаксационных процессов в газах и подходы к описанию газодинамических процессов.

**уметь:**

- абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных физических ситуаций;
- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных, прикладных и технологических задач;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- производить численные оценки по порядку величины;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- видеть в технических задачах физическое содержание;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- работать на современном, в том числе и уникальном экспериментальном оборудовании;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и экспериментальных результатов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории;
- культурой постановки и моделирования физических задач;
- навыками грамотной обработки результатов экспериментов и сопоставления с теоретическими и литературными данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;
- навыками выполнения оценок характерных времен релаксационных процессов в газодинамических процессах с участием высокоэнтальпийных газов.

**Темы и разделы курса:**

1. Ангармонические колебания молекул, релаксация многоатомных молекул

Модель ангармонического осциллятора. Распределение Тринора. Релаксация в однокомпонентной системе ангармонических осцилляторов. Колебательная релаксация многоатомных молекул.

2. Вращательная релаксация



Вращательная релаксация. Особенности и характерное время вращательной релаксации. Классическая и полуклассические теории вращательной релаксации. Адиабатические и неадиабатические вращательные уровни. Экспериментальные методы определения времен вращательной релаксации.

### 3. Газодинамика с переносом излучения

Уравнения газодинамики с учетом энергии давления излучения и лучистого теплообмена. Формулировка задачи о структуре фронта сильной ударной волны. Опережающее излучение и температура прогрева.

### 4. Диссоциация и рекомбинация

Диссоциация в условиях многомодовой колебательной неравновесности. Кинетика рекомбинации в сверхзвуковых расширяющихся потоках высокоэнтальпийного диссоциированного газа.

### 5. Диффузионное приближение и лучистая теплопроводность

Движение вещества с учетом лучистого теплообмена. Диффузионное приближение. Локальное равновесие излучения и приближение лучистой теплопроводности. Росселандов пробег излучения. Взаимоотношение диффузионного приближения и приближения лучистой теплопроводности. Потери энергии нагретого вещества на излучение.

### 6. Ионизация и рекомбинация в газах

Ионизационная зона сильных ударных волн в газах. Механизмы появления первичных электронов: модель Ландау-Зинера, фотоионизация. Основные механизмы ионизации в ударных волнах. Температура электронов и тяжелых частиц. Кинетика ступенчатой ионизации. Кинетика рекомбинации в сверхзвуковых расширяющихся потоках частично ионизованного газа.

### 7. Колебательная релаксация

Колебательная релаксация. Модель гармонического осциллятора. Формула Ландау-Теллера. Колебательная релаксация малой примеси двухатомного газа в среде инертного газа. Распределение молекул по колебательным уровням при V-T-обмене. Колебательная релаксация в однокомпонентной системе двухатомных молекул, моделируемых гармоническими осцилляторами. V-V-обмен.

### 8. Перенос излучения

Основные понятия. Спектральная интенсивность и плотность излучения. Длины пробега излучения в среде. Механизмы испускания, поглощения и рассеяния света в газах. Уравнение переноса излучения. Закон Кирхгофа. Излучение плоского слоя.

### 9. Поступательная релаксация

Поступательная релаксация. Газокинетическое уравнение Больцмана. Характерные времена поступательной релаксации в однокомпонентной и двухкомпонентной системах одноатомных газов. Немаксвелловские распределения. Эффекты, вызываемые поступательной неравновесностью во фронте ударной волны.

### 10. Релаксационные процессы

Понятие о релаксационной зоне ударной волны в реальном газе. Особенности газодинамики релаксирующих газов с замедленным возбуждением внутренних степеней свободы молекул. Иерархия характерных времен релаксационных процессов.

#### 11. Ударные волны докритической и сверхкритической амплитуд

Ударная волна докритической амплитуды. Ближняя и дальняя прекурсорные зоны. Ближняя прекурсорная зона в атомарных газах. Диффузия резонансного излучения в дальней прекурсорной зоне. Ударная волна сверхкритической амплитуды.

#### 12. Химические реакции в зоне ударной волны

Химические реакции в релаксационной зоне ударных волн. Особенности взаимодействия колебательной релаксации и диссоциации многоатомных молекул. Статистическая теория мономолекулярного распада. Двухтемпературные модели диссоциации. Лестничные модели.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Физические основы прочности сверхтвердых материалов**

#### **Цель дисциплины:**

• ознакомление студентов с физическими основами прочности сверхтвердых материалов, в частности, современные концепции прочности, влияние напряженных состояний на механические свойства твердых тел, а также экспериментальные методы исследования механических свойств сверхтвердых материалов.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний в области исследования сверхтвердых материалов на стыке физики твердого тела, механики деформируемого твердого тела и химической физики;
- формирование представления об особенностях механических свойств сверхтвердых материалов с учетом их структуры, типа связей, устойчивости структуры, механизмов пластической деформации;
- приобретение практических умений и навыков в организации экспериментальных и теоретических исследований механических свойств сверхтвердых материалов.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- современные проблемы физики, химии, математики;
- теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в физике и ее приложениях;
- принципы симметрии и законы сохранения;
- новейшие открытия естествознания;
- постановку проблем физико-химического моделирования;
- о взаимосвязях и фундаментальном единстве естественных наук.

**уметь:**

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- работать на современном экспериментальном оборудовании;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
- планировать оптимальное проведение эксперимента.

**владеть:**

- планированием, постановкой и обработкой результатов физического эксперимента;
- научной картиной мира;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории на современном экспериментальном оборудовании;
- математическим моделированием физических задач.

**Темы и разделы курса:**

## 1. Влияние высоких давлений на механические свойства твердых тел

Зависимости модулей упругости от давления и объема. Коэффициент и тензор Грюнайзена. Различие динамического и статического нагружений. Термодинамические свойства твердых тел при высоких давлениях и температурах. Сжатие холодного вещества. Тепловое движение атомов. Ударная адиабата конденсированного вещества. Аналитические представления ударной адиабаты. Выход ударной волны на свободную поверхность тела. Извлечение кривой холодного сжатия из результатов опытов по ударному сжатию. Влияние напряжений на фононы в центре зоны Бриллюэна кубических кристаллов. Пьезоспектроскопия.

## 2. Некоторые задачи неупругости и механики разрушения

Напряженно-деформированное состояние при упругом контактировании твердых тел. Неупругое контактирование инденторов с полупространством. Упругопластическое индентирование. Модель твердости в механике твердого деформируемого тела (соотношение между твердостью и пределом текучести). Основные понятия механики разрушения: концентрация напряжений; поля напряжений и перемещений у вершины трещины в упругой среде; коэффициенты интенсивности напряжений; энергетический критерий хрупкого разрушения Гриффитса. Силовой критерий Ирвина и эквивалентность критериев разрушения. Трещиностойкость. Износостойкость. Соотношение между трещиностойкостью, твердостью и износостойкостью. Представления о масштабных эффектах прочности и твердости.

### 3. Основы экспериментальных методов исследования механических свойств сверхтвердых материалов

Твердость. Принцип относительной твердости и шкала Мооса. Различные типы инденторов (инденторы Виккерса, Кнуппа, Берковича) и вопросы эквивалентности величин твердости, измеренных разными инденторами. Измерения методом склерометрии. Анизотропия твердости. Твердость сверхтвердых материалов. Особенности наноиндентирования. Прочность и упругие модули: условия испытаний, требования к образцам; определение упругих модулей при наноиндентировании. Износостойкость. Трещиностойкость: стандартные методы испытаний и методики измерения трещиностойкости при индентировании.

### 4. Пластичность и упругость

Основные понятия динамики решетки: динамическая задача, адиабатическое приближение; равновесие; колебания атомов - линейное и общее решение; свойства нормальных колебаний; упругие постоянные и силовые константы. Тензор деформации. Тензор напряжений. Термодинамика деформирования: фундаментальные определения упругих констант. Закон Гука. Одноосная деформация. Одноосное напряжение. Всестороннее сжатие. Чистый сдвиг. Прочность и теоретическая прочность: понятие прочности с точки зрения механики твердого деформируемого тела; предельно достижимая прочность. Механизмы пластической деформации. Модели, описывающие соотношение между прочностью и упругими модулями. Концепция Холла-Пэтча и ее ограничения: строение границ зерен, предел текучести поликристаллов; механическое двойникование; эволюция дислокационной структуры при пластической деформации. Достижимость теоретического предела прочности в наноструктурированных материалах. Сверхтвердые материалы: особенности прочности ковалентных кристаллов; прочностные свойства материалов, образованных ковалентно связанными атомами углерода; особенности движения дислокаций при разных температурах в алмазе и кремнии; потеря устойчивости решетки и фазовые переходы как механизмы пластической деформации сверхтвердых материалов; ковалентные материалы с упругими модулями, превышающими алмаз.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Философия и культура здорового образа жизни**

#### **Цель дисциплины:**

Создать возможности для углубления знаний студентов о здоровом образе жизни. Обучить принципам, правилам и нормам здорового образа жизни в соответствии с тенденциями и веяниями современного общества. Углубить знания относительно культурно-философских аспектов в разрезе здорового образа жизни.

#### **Задачи дисциплины:**

- Детальное погружение в философский и культурологический аспекты ведения здорового образа жизни.
- Формирование желания ведения здорового образа жизни для более полноценного позиционирования в социальном обществе.
- Обучение использованию новых знаний и технологий, способствующих оптимальной настройке личной программы здоровья.
- Углубление в науки о человеке, непосредственно занимающихся здоровьем и использование последних исследований для дальнейшей социально-активной жизнедеятельности.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Основные философские и культурные аспекты здорового образа жизни;
- Историю становления понятий «здоровье», «здоровый образ жизни» в разрезе наук о человеке различной направленности;
- Современные стандарты в области общественного и личного здоровья, а также здоровьесберегающих технологий.

##### **уметь:**

- Использовать современные знания о здоровом образе жизни для улучшения качества жизни;

- С определенной точностью понимать и определять, какая линия поведения относится к здоровому образу жизни, а какая противоречит;
- Успешно применять перечень рекомендуемых процедур медико-биологического характера;
- Разбираться в тенденциях и направлениях ведения здорового образа жизни в рамках локального социального общества.

**владеть:**

- Различными методами оценки текущего состояния своего здоровья;
- Навыками построения личных тренировочных программ, диет, а также построения собственных биоритмических концепций;
- Пониманием физиологических процессов, происходящих в организме под действием тех или иных факторов.

**Темы и разделы курса:**

1. Основные системы организма

Концепция здорового образа жизни. Основные системы организма, их роль в жизнедеятельности человека. Понятие о пагубных привычках – алкоголь, курение, наркотики.

2. Философско-культурологический аспект здоровья

Понятие здорового образа жизни – с древнейших времен до современного общества. История становления и развитие физической культуры в России. Разница в понимании здорового образа жизни и подходов к физическому воспитанию в разных странах.

3. Медико-биологические основы здорового образа жизни

Понятие об «идеальной клетке». Мышечная деятельность. Проблемы анаболизма и катаболизма в организме. Современные технологии, направленные на улучшение здоровья и качества жизни. Вопросы правильного питания. Мифы о здоровом питании, БАДах, физической нагрузке и т.д.

4. Гигиена и сон, как неотъемлемые составляющие ЗОЖ

Современные тенденции развития гигиены, как науки. Наиболее важные для здоровья разделы гигиены. Сон и его детальные составляющие с точки зрения нейробиологии.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Философия, история и методология естествознания**

#### **Цель дисциплины:**

приобщить студентов к историческому опыту мировой философской мысли, дать ясное представление об основных этапах, направлениях и проблемах истории и философии науки, способствовать формированию навыков работы с предельными вопросами, связанными с границами и основаниями различных наук и научной рациональности, овладению принципами рационального философского подхода к процессам и тенденциям развития современной науки.

#### **Задачи дисциплины:**

- систематизированное изучение философских и методологических проблем естествознания с учетом историко-философского контекста и современного состояния науки;
- приобретение студентами теоретических представлений о многообразии форм человеческого опыта и знания, природе мышления, соотношении истины и заблуждения;
- понимание роль науки в развитии цивилизации, соотношение науки и техники и связанные с ними современные социальные и этические проблемы, умение различать исторические типы научной рациональности, знать структуру, формы и методы научного познания в их историческом генезисе, современные философские модели научного знания;
- знакомство с основными научными школами, направлениями, концепциями, с ролью новейших информационных технологий в мире современной культуры и в области гуманитарных и естественных наук;
- понимание смысла соотношения биологического и социального в человеке, отношения человека к природе, дискуссий о характере изменений, происходящих с человеком и человечеством на рубеже третьего тысячелетия;
- знание и понимание диалектики формирования личности, ее свободы и ответственности, своеобразия интеллектуального, нравственного и эстетического опыта разных исторических эпох.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

**знать:**



- структуру естественных и социо-гуманитарных наук, специфику их методологического аппарата;
- соотношение принципов и гипотез в построении научных систем и теорий;
- основы современной научной картины мира, базовые принципы научного познания и ключевые направления междисциплинарных исследований;
- концепции развития науки и разные подходы к проблеме когнитивного статуса научного знания;
- проблему материи и движения;
- понятия энергии и энтропии;
- проблемы пространства–времени;
- современные проблемы физики, химии, математики, биологии, экологии;
- великие научные открытия XX и XXI веков;
- ключевые события истории развития науки с древнейших времён до наших дней;
- взаимосвязь мировоззрения и науки;
- проблему формирования мировоззрения;
- систему интердисциплинарных отношений в науке, проблему редукционизма в науке;
- теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в физике и ее приложениях к естественным наукам;
- о Вселенной в целом как физическом объекте и ее эволюции;
- о соотношении порядка и беспорядка в природе, о проблемах нелинейных процессов и самоорганизующихся систем;
- динамические и статистические закономерности в природе;
- о роли вероятностных описаний в научной картине мира;
- принципы симметрии и законы сохранения;
- новейшие открытия естествознания для создания технических устройств;
- особенности биологической формы организации материи, принципы воспроизводства и развития живых систем;
- о биосфере и направлении ее эволюции.

**уметь:**

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, гипотезы, доказательства, законы;
- применять методологию естествознания при организации конкретных исследований;
- дать панораму наиболее универсальных методов и законов современного естествознания.

**владеть:**

- научной методологией как исходным принципом познания объективного мира;
- принципами выбора адекватной методологии исследования конкретных научных проблем;
- системным анализом;
- знанием научной картины мира;
- понятийным и методологическим аппаратом междисциплинарных подходов в науке.

**Темы и разделы курса:****1. Возникновение и развитие науки на Западе и на Востоке**

Проблема возникновения науки в древности. Рецептурный и прикладной характер знания на Древнем Востоке. Рождение философии. Научные программы Платона, Аристотеля и Демокрита. Зарождение античной науки: математика, физика, астрономия и биология. Проблема социальной организации античной науки. «Мусический» культ и научно-философские школы. Александрийский Мусейон и дальнейшее развитие эллинистической науки. Наука Древнего Рима. Арабская средневековая наука. Наука в Европе в Средние века. Христианство и наука Спор веры и разума. Переосмысление античного наследия. Средневековый эмпиризм. Николай Кузанский и понятие бесконечности. Мировоззренческий поворот эпохи Возрождения. Возникновение науки Нового времени: основные концепции и ключевые персоналии. Ключевые исследовательские программы новоевропейской науки. Триумф ньютоновской физики и становление математического естествознания. Центральные теоретические постулаты и методы классического естествознания.

**2. Методология научного и философского познания**

Познание как философская проблема. Природа, основание и условия познания. Основные понятия: истина и ее критерии, истина и мнение, истина/заблуждение/ложь. Различные концепции истины. Чувственное и рациональное познание. Деление познавательных способностей (чувственность, рассудок, разум, понятие интеллектуальной интуиции). Субъект и объект познания. Возможности и границы познания. Период метафизики (XVII–XVIII вв.). Спор рационализма и эмпиризма Рационалистическое направление: метод дедукции и понятие интеллектуальной интуиции в философии Декарта и Спинозы. Декартовский пробабиллизм. Теория врожденных идей. Учение Лейбница об „истинах факта“ и „истинах разума“, о видах знания, об анализе и синтезе. Рационалистическая трактовка тезиса о соответствии бытия и мышления. Традиция английского эмпиризма: бэконовское учение об опыте, о роли индукции, об „идолах“ познания. Локковская модель научного познания. Тезис Беркли: быть — значит быть воспринимаемым. Юмовский скептицизм и психологизм, критика понятия причинности. Кантовское решение проблемы познания. Постановка вопроса о возможности познания. Пространство и время как формы чувственности. конструирование предметности в процессе познания. Разум как законодатель. Специфика кантовского понимания мышления. Критика возможности сверхчувственного познания. Понятие „вещи в себе“. Антиномии разума. Трактовка

познания в неокантианстве. Марбургская и баденская школы неокантианства. Неокантианская разработка теории познания. Деление наук на номотетические и идиографические. Проблема ценностей в Баденской школе. Логический позитивизм и «лингвистический поворот». Гносеологические вопросы в философии новейшего времени. Ф. Ницше: познание как выражение «воли к власти». Разум и интуиция в философии А. Бергсона. Природа познания и понимание истины в позитивизме и прагматизме. Теория познания в русской философской традиции: интуитивизм Н. Лосского. Отказ от идеи репрезентации у Д. Дьюи, Л. Витгенштейна, М. Хайдеггера. Логическая критика позитивизма К. Поппером: проблемы индукции и демаркации; принцип фальсификации; отношение к истине. Концепция роста науки К. Поппера: фаллибилизм и

теория правдоподобия. Развитие современной космологии и физики элементарных частиц.

Историческая критика позитивизма. Существуют ли «решающие эксперименты»? Тезис о

«несоизмеримости теорий». Куновская модель развития науки: научное сообщество и научная

парадигма, «нормальная» и «аномальная» фазы в истории науки. Модель исследовательских

программ И. Лакатоса: «жесткое ядро» и «защитный пояс гипотез»; «прогрессивный сдвиг

проблем» как критерий отброса исследовательских программ. Исторический релятивизм П.

Фейерабенда. Спор реализма и антиреализма в современной философии науки.

Социологизация современной философии науки. Спор о модели «внешней» и «внутренней»

истории Лакатоса. Место лаборатории в науке. Взаимоотношения науки и техники во второй

половине XX – начале XXI в.

Структура естественно-научного знания. Место математики и измерений. Место оснований и

теорий явлений. Место методологических принципов.

Взаимоотношение науки и техники. Происхождение техники и ее сущность. Проблема

научно-технического прогресса. Этические проблемы современной науки. Формы сочетания

науки и техники в XX в.

3. Современная философия о проблемах естественнонаучного знания

Понятие динамических и статистических закономерностей и вероятности как объективной характеристики природных объектов. Место принципов симметрии и законов сохранения.

Синергетика, самоорганизация и соотношение порядка и беспорядка. Модель глобального эволюционизма.

#### 4. Современная философия о проблемах естественнонаучного знания

Особенности наук о живом. Вопрос о редукции биологии и химии к физике. Противоречия между природой и человеком в наши дни. Глобальные проблемы современной цивилизации, возможности экологической катастрофы. Биосфера, ноосфера, экология и проблема устойчивого развития.

Междисциплинарные подходы в современной науке.

#### 5. Современная философия о проблемах социального и гуманитарного знания

Гуссерлевская критика психологизма в логике. Феноменология как строгая наука. Истина и метод: от разума законодательствующего к разуму интерпретирующему; Г.-Р. Гадамер, П. Рикер и др. «Философия и зеркало природы»: Р. Рорти. Философская антропология (Шелер, Гелен). Структурализм (Л. Леви-Брюль, К. Леви-Строс и др.); постструктурализм (Р. Барт, М. Фуко и др.). Фундаментальная онтология М. Хайдеггера. Герменевтика Х. Гадамера.

#### 6. Наука, религия, философия

Религия и философское знание. Ранние формы религии. Многообразие подходов к проблемам

ранних религиозных форм: эволюционизм (У. Тейлор), структурализм (Леви-Брюль, Леви-Строс), марксизм.

От мифа к логосу: возникновение греческой философии, противопоставление умозрительного и технического. Натурфилософия, онтология, этика, логика. Гармония человека и природы в древневосточной философии. Человек и природа в традиции европейской культуры. Эволюция европейской мысли от “фюсис” античности — к “природе” и “материи” Нового Времени. Наука Нового времени как наследница греческой натурфилософии. Натурфилософские традиции прошлого и современные философские и научные подходы к пониманию природы, отношений человека и природы.

Взаимоотношение мировых религий с философией и наукой. Решение проблем соотношения веры и разума, свободы воли и предопределенности в различных ветвях христианства и в исламе. Проблема возможности существования религиозной философии. Религиозно-философские концепции немецких романтиков (Ф. Шлейермахер). Религиозная философия С. Кьеркегора. Границы существования религиозной философии в рамках католицизма (неотомизм), протестантизма, православия. Русская религиозная метафизика.

#### 7. Проблема кризиса культуры в научном и философском дискурсе

Культ разума и идея прогресса эпохи Просвещения и антипросвещенческие иррационалистические течения конца XIX и вв. С. Кьеркегор, А. Шопенгауэр, Ф. Ницше. З. Фрейд, его последователи и оппоненты. Учение о коллективном бессознательном К.Г. Юнга. Антисциентизм и кризис культуры. Марксизм советский и западный, переосмысление марксистского наследия в творчестве представителей Франкфуртской школы социологии (М. Хоркхаймер, Т. Адорно, Г. Маркузе, Ю. Хабермас). Экзистенциализм (Ж.-П. Сартр, А. Камю, К. Ясперс), его основные проблемы и парадоксы.

Философский постмодерн (Лиотар, Бодрийар, Делез и др.). Образ философии и ее истории в современных философских дискуссиях.

#### 8. Наука и философия о природе сознания

Феномен сознания как философская проблема. Знание, сознание, самосознание. Реальное и идеальное. Бытие и сознание. Сознание–речь–язык. Вещь–сознание–имя. Сверхсознание–сознание–бессознательное. Принцип тождества бытия и мышления (сознания): от элеатов до Г. Гегеля. Сознание и самосознание в философии Г. Гегеля. Проблематика сознания у философов XIX-XX вв.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Фотоника молекулярных и наноразмерных систем**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение основ современной фотохимии, фотофизики, электронной спектроскопии;
- овладение знаниями о реакционной способности возбужденных состояний молекул, наночастиц, фотоферментов, твердых тел;
- введение в основные классы природных и промышленных фотохимических процессов.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение базовых знаний о природе возбужденных состояний в атомах, молекулах, наночастицах, твердом теле: поглощение и излучение света атомами и молекулами; поверхность потенциальной энергии; поглощение и излучение света полупроводниками, полупроводниковыми наночастицами; взаимодействие света с металлами и металлическими наночастицами, представление о плазмоне-поляритоне.
- освоение студентами базовых знаний о фотофизических процессах в молекулярных системах: фотофизические процессы дезактивации возбужденных состояний; внутримолекулярные и межмолекулярные каналы дезактивации; безизлучательный перенос энергии; эксимер и эксиплекс; процессы фотосенсибилизации.
- освоение студентами базовых знаний о фотохимических процессах: однофотонные и многофотонные процессы; фотоиндуцированный перенос электрона; фотоиндуцированный перенос протона; фотодиссоциация; фотоионизация; фотоизомеризация; перициклические концертные реакции; фотополимеризация; стабилизация и фотодеградация полимеров и пигментов; фотохимические реакции органического синтеза;
- приобретение основных представлений о фотоэлектрохимии полупроводников и полупроводниковых наночастиц, фотокатализе и преобразовании солнечной энергии: фотохимические процессы на границе раздела твердое тело/ твердое тело, твердое тело/электролит; фотоиндуцированное разделение заряда; термодинамика преобразования солнечного света; фотолиз воды; фотовольтаические и фотогальванические ячейки.
- приобретение базовых знаний о природных фотохимических процессах: фотохимия атмосферы; природный фотосинтез.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

**знать:**

- физические свойства возбужденных состояний в молекулах, наночастицах, твердом теле;
- основы теорий элементарных фотохимических и фотофизических процессов;
- о физических принципах фотоэлектрохимии, фотокатализа и преобразования солнечной энергии;
- основные представления о природных фотохимических процессах - фотохимии атмосферы, природного фотосинтеза и зрения;
- порядки физических величин, характерных для элементарных процессов фотохимии и фотофизики.

**уметь:**

- абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных молекулярных процессов;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- производить численные оценки по порядку величины;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы в научной библиотеке, лаборатории и интернете;
- культурой постановки и моделирования физических задач;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных со свойствами молекул, электромагнитного излучения и взаимодействия между ними.

**Темы и разделы курса:**

1. Основы теории строения вещества. Уравнение Шредингера.

Поверхность потенциальной энергии

Атом, молекула, кристалл - квантово-механическое описание, гамильтониан и уровни энергии. Уравнение Шредингера для атома, молекулы, кристалла.

Уравнение Шредингера для системы электронов и ядер - теоретическая основа для описания химической реакции.

Адиабатическое приближение, потенциальные поверхности молекулярных систем, неадиабатические переходы.

Адиабатическое приближение - физическое обоснование. Адиабатическое приближение - математическая формулировка. ППЭ

2. Взаимодействие квантованного электромагнитного поля с молекулой. Элементы теории временной эволюции квантовой системы

Электромагнитное излучение в химии: характерные величины.

Взаимодействие квантованного электромагнитного поля с молекулой.

Поглощение, излучение, безизлучательные переходы в атоме, молекуле, твердом теле. Квантовый выход.

Дипольный момент и оптический дипольный момент.

Точные правила отбора для индуцируемых светом внутримолекулярных переходов в двухатомной молекуле. Приближенные правила отбора для индуцируемых светом внутримолекулярных переходов в двухатомной молекуле.

Принцип Франка-Кондона.

Основные представления о нелинейной оптической спектроскопии.

Фемтосекундные лазерные импульсы, их особенности и применение.

3-х уровневая модель фемтосекундного эксперимента возбуждение-зондирование.

Понятие о колебательном волновом пакете. Формирование колебательного волнового пакета. Управление временной эволюцией волновых пакетов путем вариации амплитудно-фазовыми характеристиками фемтосекундных импульсов.

Когерентная химическая динамика – эволюция нестационарных квантовых состояний молекул.

3. Фотофизические и фотохимические процессы

Общие представления о фотохимических и фотофизических процессах.

Квантовый выход, излучательные и безизлучательные внутримолекулярные переходы.

Фотохимические реакции - переноса электрона, фотодиссоциации, фотополимеризации, фотоизомеризации, фотохромизм, фотохимия металлокомплексов, образование и распад эксимеров и эксиплексов.

Общие представления о модельных поверхностях потенциальной энергии фотохимического акта.

Фотоионизация - многофотонная ионизация и туннельная ионизация в сильном поле лазера (элементы теории Келдыша).



Элементарные представления о фотокатализе.

Процессы переноса энергии электронного возбуждения - механизмы переноса:

диполь-дипольный Фёрстера,

обменный Декстера, экситонный механизм переноса. Экситонные состояния в молекулярных агрегатах, молекулярных кристаллах и фотосистемах природного фотосинтеза. Описание в рамках теории временной эволюции квантовой системы.

Важнейшие фотобиологические процессы - фотосинтез, зрение, фототаксис.

4. Химические реакции в конденсированной фазе. Взаимодействие с окружающей средой. Химическая физика сольватации

Полярное и неполярное молекулярное окружение. Гидрофильность и гидрофобность.

Диполь в электрическом поле. Эффект Штарка.

Представления о теории Лорентца, Дебая, Онзагера, Липперт-Матаги. Современные континуальные модели сольватации.

Динамика сольватации возбужденных состояний. Динамический стоков сдвиг.

Элементарные представления о специфической сольватации.

Спектроскопия межмолекулярных взаимодействий. Микроскопическая теория дефазирования - стохастическая теория Кубо, модель Броуновского осциллятора.

Лазерная спектроскопия в исследовании взаимодействия молекулы-зонда с окружающей молекулярной средой.

5. Химическая физика наночастиц. Элементы современной Нанофотоники

Общие представления о коллоидах - поверхностный заряд, двойной слой, электрокинетические свойства наночастиц. Стабильность коллоидов. Теория Дерягина-Ландау-Вервея-Овербека (Derjaguin-Landau-Verwey-Overbeek DLVO). Стерическое отталкивание в коллоиде.

Общие представления об электронной структуре наночастиц. Термодинамика наночастиц.

0D, 1D, 2D и 3D размерность - электрические и оптические свойства наночастиц и наноструктур.

Полупроводниковые наночастицы - квантовые точки, спектральные свойства и размерные эффекты. Экситоны в кристалле твердого тела. Боровский радиус экситона. Эффект квантового ограничения (Quantum confinement).

Металлические наночастицы, плазмонный резонанс и элементы наноплазмоники. Понятие полярона. Понятие объемного плазмона, поверхностного плазмона и локализованного плазмона-поляритона. Плазмонный резонанс (условие Фрëлиха Fröhlich).

Релаксация плазмона. Фемтосекундная спектроскопия.

Модовый состав электромагнитного поля в ближнем поле наночастицы. Понятие ближнего и дальнего поля.

Усиление электромагнитного поля в модах ближнего поля.

Возбужденная молекула, оптический диполь в ближнем поле. Эффект Парселла (Purcell).

Усиление и ослабление люминесценции оптического диполя в ближнем поле плазмона.

Гигантское комбинационное рассеяние (Surface Enhanced Raman Scattering).

Наноразмерные системы на основе углерода.

Общие представления об электрических свойства наночастиц. Представления об электропроводимости нанотрубок и нанопалочек. Проводимость нанокомпозитов.

Магнитные свойства наночастиц. Размерные эффекты. Суперпарамагнетики.

Аналитические и биоаналитические применения наночастиц. Химические, биологические сенсоры с использованием наночастиц.

6. Преобразование солнечной энергии в электрическую, химическую

Термодинамика преобразования солнечной энергии.

Термоэлектрическое преобразование.

Фотоэлектрическое преобразование. Фотоэффект в полупроводниках.

Многоекситонные возбуждения и Оже процессы в наночастицах полупроводника: можно ли повысить к.п.д. преобразования энергии света в электричество (химическое топливо) за счет квантовых эффектов в наноразмерных системах?

Преобразование энергии света в химическое топливо, фотоэлектролиз воды. Фоторазделение зарядов в молекулярных системах и в полупроводниках. Фотокаталитическое разложение воды на кислород и водород.

Фотогенерация тока. Фотовольтаические солнечные ячейки из мезопористых пленок полупроводниковых наночастиц сенсibilизированные красителями, солнечные ячейки с использованием квантовых точек, солнечные ячейки на основе полимеров.

Фотобиокаталитические системы для разложения воды на водород и кислород. Современные подходы к использованию природных фотосистем для восстановления воды до водорода и фотоэлектролиза воды до кислорода и водорода. Сопряжение с топливными элементами.

7. Химическая физика в медицине и науках о жизни. Элементы современной биофотоники

Оптические методы визуализации биоткани (клетка, ткань, организм), лазерная диагностика, лазерная хирургия тканей и клеток.

Современные маркеры для оптической микроскопии на основе пигментов, квантовых точек, люминесцентных наночастиц, плазмонных наночастиц, цветных люминесцентных белков.

Современные методы нелинейной и когерентной оптической микроскопии.

Микроскопия субдифракционного разрешения – микроскопия ближнего поля и нелинейная оптическая микроскопия.

Оптическая микроскопия одиночных молекул. Микроскопия с использованием оптических зондов и принципов диполь-дипольного переноса энергии FRET.

Исследования динамических процессов в биообъектах различной природы.

Химико-физические методы биофотоники в определении состава и пространственного распределения биоорганических компонент и локализации патологий в биообъектах различной природы (клетка, ткань, организм и т.п.),

Направленная доставка лекарств, химико-физические методы манипулирования доставкой лекарственных препаратов к месту локализации патологий, лазерная и оптическая терапия, методы дезинфекции антибиотик резистентных бактерий и микроорганизмов.

Современные химико-физические методы активации иммунной системы, оптические методы управления апоптозом, методы фотохимической, фототермальной и фотодинамической терапии в онкологии.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Фотофизика и фотохимия органических и неорганических веществ и материалов**

#### **Цель дисциплины:**

Цель дисциплины - ознакомление с фундаментальными знаниями о строении вещества, взаимодействии света с веществом, фотофизике и фотохимии органических и неорганических веществ и материалов.

#### **Задачи дисциплины:**

Формирование научных знаний о строении вещества и о взаимодействии света с веществом.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- теоретические основы теории строения вещества;
- теоретические основы теории взаимодействия света с веществом.

##### **уметь:**

- планировать стратегию исследования состава вещества и идентификации его компонент;
- обрабатывать экспериментальные данные, полученные с помощью физико-химических методов исследования вещества с использованием основных методологических принципов;
- использовать современные методики сбора, очистки и обработки данных;
- готовить наглядные презентации полученных результатов.

##### **владеть:**

- теоретическими знаниями строения вещества о взаимодействии света с веществом;
- практическими навыками интерпретации экспериментальных данных о спектрах, составе и морфологии вещества, практическими знаниями о методах сканирующей зондовой, оптической и электронной микроскопии;
- навыками поиска в химических базах данных;

- типовыми приемами обработки и анализа результатов физико-химического и вычислительного эксперимента;

- методологией сопоставления и критической интерпретации массива данных, полученных всей совокупностью использованных физико-химических и математических методов исследования строения и состава вещества.

### **Темы и разделы курса:**

1. Атом, молекула, кристалл. Квантово-механическое описание: гамильтониан, уравнение Шредингера для атома, молекулы, кристалла. Волновые функции.

Тема лекции систематизирует элементарные физические знания у студентов о квантово-механическом описании строения, квантового состояния и энергетических уровнях атома, молекулы, кристалла. Дается сравнение трёх систем, отмечаются их особенности и общность

2. Адиабатическое приближение

Физическое обоснование и математическая формулировка адиабатического приближения в квантово-механическом описании квантового состояния и энергетических уровнях молекул. Вводится понятие поверхности потенциальной энергии (ППЭ). Дается объяснение границ применимости адиабатического приближения

3. Взаимодействие квантованного электромагнитного поля с атомом, молекулой, твердым телом

Элементарные представления об электромагнитном излучении, сообщаются характерные величины частот и длин волн различных оптических диапазонов, величины энергии, импульса кванта света. Сообщается о поляризации света. Модель Эйнштейна для описания коэффициентов поглощения, спонтанного и вынужденного излучения. Поглощение, излучение света и безизлучательные переходы в атоме, молекуле, твердом теле. Дипольный момент и оптический дипольный момент. Правила отбора для индуцируемых светом внутримолекулярных переходов. Принцип Франка-Кондона для оптических переходов.

4. Основы оптической спектроскопии. Модель 2-х уровневого атома

Спектральная линия. Сечения оптических переходов, коэффициент экстинкции, коэффициент диэлектрической проницаемости. Однородное и неоднородное уширение. Классификация оптических переходов в органических молекулах, металлокомплексах.

5. Эффект окружающей среды на молекулярные спектры

Полярное и неполярное молекулярное окружение. Гидрофильность и гидрофобность.

Диполь в электрическом поле. Эффект Штарка.

Представления о теории сольватации Лорентца, Дебая, Онзагера. Современные континуальные модели сольватации.

Динамика сольватации возбужденных состояний. Динамический стоксов сдвиг. Элементарные представления о специфической сольватации

## 6. Спектры поглощения пигментов и восприятие цвета

Теоретические представления о спектрах поглощения пигментов и восприятии цвета. Элементарные представления о фотохимии и физиологии зрения.

## 7. Фотохимические реакции

Фотохимические реакции - переноса электрона, фотодиссоциации, фотополимеризации, фотоизомеризации, фотохромизм, фотохимия металлокомплексов, образование и распад эксимеров и эксиплексов.

Общие представления о модельных поверхностях потенциальной энергии фотохимического акта

## 8. Фотоионизация

Ионизация жестким излучением, представления об элементарных процессах в радиационной химии. Многофотонная ионизация и туннельная ионизация в сильном поле лазера.

## 9. Элементарные представления о фотокатализе

Фотохимические и фотокаталитические процессы

## 10. Перенос энергии электронного возбуждения

Механизмы переноса: диполь-дипольный (Фёрстера), обменный (Декстера), экситонный механизм переноса. Экситонные состояния в молекулярных агрегатах, молекулярных кристаллах

## 11. Фотоиндуцированные процессы окисления органических соединений

Механизмы фотоиндуцированного окисления органических соединений, фотодеструкция полимеров. Интермедиаты в окислении. Ингибиторы окисления.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Химическая физика композиционных материалов**

#### **Цель дисциплины:**

- познакомить студентов с основными типами полимерных композиционных материалов, методами их разработки, исследования их физико-химических характеристик, практического применения и технологического изготовления.

#### **Задачи дисциплины:**

- дать представления о структуре и свойствах композиционных материалов;
- познакомить с технологиями изготовления современных композиционных материалов;
- познакомить с методами разработки, исследования физико-химических свойств полимерных композиционных материалов.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- классификацию полимерных композиционных материалов;
- основные физико-химические параметры и характеристики полимерных композиционных материалов.

##### **уметь:**

- выбирать методы исследований полимерных композиционных материалов;
- определять экономические характеристики полимерных композиционных материалов.

##### **владеть:**

- подходами к разработке новых полимерных композиционных материалов;
- принципиальными технологическими схемами разработки полимерных композиционных материалов.

## Темы и разделы курса:

### 1. Наполнители и армирующие материалы

Минеральные дисперсные наполнители. Мел, каолин, кварц, металлические порошки, магнитные наполнители, гидроокись алюминия, окись сурьмы и др. антипирены, сажа, графит, микросферы. Свойства, назначение, масштабы производств, экономические показатели. Методы подготовки наполнителей и обработки поверхности. Коротковолокнистые и пластинчатые наполнители. Силикат кальция, асбест, микротонкие волокна, рубленные стеклянные и базальтовые волокна, нитевидные монокристаллы, слюда, тальк и др. чешуйчатые и ленточные наполнители. Армирующие материалы на основе волокон (маты, бумага и пр.). Получение, подготовка к применению, обработка поверхности. Усиливающее действие. Экономические характеристики.

Непрерывные волокна и армирующие материалы. Стеклянные, базальтовые, борные, углеродные, керамические, металлические, органические полимерные волокна. Нити, жгуты, тканые материалы на основе волокон одного сорта и гибридные. Переработка волокон в ткани, замазливатели, аппреты и т.д.

### 2. Свойства полимерных композиционных материалов

Прочность, вязкость разрушения, усталость.

Общие представления о механизмах разрушения. Хрупкие полимеры, наполненные эластичными полимерами. Хрупкие и вязкие матрицы, наполненные дисперсными минеральными наполнителями. ПКМ с дисперсными волокнами и пластинчатыми наполнителями. ПКМ, армированные непрерывными волокнами, гибридные. ПКМ.

Упругие и вязкоупругие свойства ПКМ. Свойства изотропных ПКМ, наполненных дисперсными частицами, волокнами и пластинчатыми наполнителями. Свойства однонаправленных волокнистых ПКМ, расчёт свойств слоистых пластиков. Особенности испытания на изгиб ПКМ и принципы получения максимально жёстких конструкций.

Тепловое расширение, тепло- и электропроводность ПКМ. Термическое расширение изотропных ПКМ, методы расчёта с сравнением с экспериментом. Тепловое расширение анизотропных ПКМ. Тепло и электропроводность дисперснонаполненных ПКМ и пенополимероматериалов. Критические концентрации наполнителя. Электропроводящие волокна и армированные ПКМ. Горючесть ПКМ. Основные процессы, протекающие при горении полимерных материалов в конденсированной и газовой средах. Методы снижения горючести полимеров. Особенности горения ПКМ. Введение наполнителей (негорючих и ингибирующих горение), как метод снижения горючести ПКМ. Модификация связующих и наполнителей антипиренами. Наиболее распространённые антипирены и современные представления о механизме их действия.

### 3. Применение полимерных композиционных материалов

Применение полимерных композиционных материалов (машиностроение, автомобилестроение, авиационная и космическая техника, в медицине и др.).

### 4. Классификация и общие представления о полимерных композиционных материалах



Высокопрочные армированные ПКМ; усиленные короткими волокнами и пластинчатыми наполнителями ПКМ; дисперснонаполненные ПКМ; полимер-полимерные смеси, пенополимерные материалы, комбинированное наполнение полимеров. Цели и задачи наполнения полимеров. Роль связующих в высокопрочных композитах с непрерывными волокнами как среды для передачи напряжения между волокнами и поглощения энергии при разрушении. Дисперсные наполнители для повышения жёсткости, снижения усадки при формовании изделий, удешевление, придания специальных свойств - негорючести, износостойкости, изменения коэффициента трения, электро- и теплопроводности и пр. Усиливающие коротковолокнистые и пластинчатые наполнители. Уровень повышения жёсткости, прочности, изменения ударной вязкости. Полимер-полимерные смеси, модификация свойств. Повышение ударной вязкости хрупких полимеров. Пенополимерные материалы. Снижение веса при сохранении физико-механических свойств. Преимущества комбинирования различных наполнителей. Роль поверхности раздела фаз и специальные методы обработки поверхности наполнителей и создания переходных слоев.

## 5. Полимерные матрицы

Полимерные матрицы для высокопрочных ПКМ. Требования к матрицам. Химическая и топологическая структура сетчатых полимеров. Методы синтеза и отверждения полиэфирных, эпоксидных и др. соединений. Основные физико-механические, физические и химические свойства связующих.

Связующие для теплостойких ПКМ. Полиамиды, полиимиды, кремнийорганические соединения. Методы синтеза, основные физико-механические и др. свойства, теплостойкость, термостойкость. Углеродные матрицы, исходные соединения, методы термообработки, основные характеристики.

Матрицы на основе термопластичных полимеров (для наполнения дисперсными частицами). Выбор матричного полимера. Влияние химической структуры полимерной матрицы на характеристики наполненных материалов. Полиэтилен высокой плотности, полипропилен, ПВХ, полиамиды, полиформальдегид, ПБТ и др. Модификация полимеров с целью улучшения взаимодействия с наполнителем.

Методы переработки и изготовления изделий из армированных ПКМ - намотка, выкладка, прессование, палтрузия. ПолуФабрикаты для метода "сухой" намотки (препреги). Технологические требования к армирующему материалу и связующим для "сухой" и "мокрой" намотки.

Принципиальные технологические схемы получения ПКМ, наполненных дисперсными частицами и волокнами. Технологическое оборудование. Требования к наполнителю и полимеру, аппреты. Реология наполненных систем и методы их переработки в изделия. Полимеризационное наполнение. Высоконаполненные материалы, выбор распределения по размеру и способы переработки этих материалов.

Технология получения пенополимероматериалов, частично вспененных материалов в комбинации с другими типами наполнителей. Интегральные - пенопласты.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Химия координационных и металлоорганических соединений**

#### **Цель дисциплины:**

Целью курса является ознакомление обучающихся с основами и современными достижениями химии комплексных соединений (содержащих связи метал-углерод и метал-элемент) в сфере наукоемких технологий и их практическая подготовка к дальнейшей самостоятельной работе в области энергетики, материаловедении, технологии наноматериалов.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление обучающихся с предметом, принципами, методами и объектами химии координационных и металлоорганических соединений;"
- дать представление о применении комплексных соединений в области прикладной химии и других областях науки и производства;"
- формирование глубокого понимания общих закономерностей реакционной и каталитической активности комплексных соединений в зависимости от их строения."

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные принципы построения и реакционной способности координационных и металлоорганических соединений, а также области их возможного применения в сфере наукоемких технологий.

##### **уметь:**

- прогнозировать химическую и каталитическую активность комплексных соединений в зависимости от их строения.

##### **владеть:**

- основными фундаментальными научными знаниями о строении, методах получения и химических свойствах комплексных соединений; стандартной терминологией и определениями.

### **Темы и разделы курса:**

#### **1. Общие представления о координационных соединениях**

Роль и значение координационных соединений в природе, химической технологии, медицине. Этапы развития химии координационных соединений. Основные понятия и определения. Комплексные и координационные соединения. Координационная теория Вернера. Центральный атом, лиганды, внутренняя и внешняя сферы, координационное число, донорные атомы, дентатность и амбидентатность, топичность, координационный полиэдр. Правила номенклатуры координационных соединений.

#### **2. Электронное строение координационных соединений**

Метод валентных связей. Гибридизация атомных орбиталей. Тип гибридизации и геометрическая конфигурация комплексов. Внешнеорбитальные и внутриорбитальные комплексы. Магнитные свойства координационных соединений в свете теории валентных связей. Теория отталкивания электронных пар валентной оболочки.

Теория кристаллического поля (ТКП). Основные положения. Способы расщепления d-уровней комплексообразователя в поле различной симметрии. Параметр расщепления. Сила поля лигандов. Сильные и слабые поля. Высоко- и низкоспиновые конфигурации. Энергия стабилизации полем лигандов. Низко- и высокоспиновые конфигурации. Объяснение спектральных и магнитных свойств координационных соединений.

Метод молекулярных орбиталей. Диаграммы энергетических уровней молекулярных орбиталей для октаэдрического и тетраэдрического комплексов с центральным атомом d-элемента.

#### **3. Реакции и методы синтеза координационных соединений**

Прямой синтез. Обмен лигандов. Окислительно-восстановительные реакции. Темплатный синтез. Правило Пейроне-Иоргенсена. Понятие о трансвлиянии.

Хелатный эффект. Термодинамика хелатного эффекта. Представление о его природе. Макроциклический эффект. Транс-хелатные соединения. Изомерия хелатных комплексов.

#### **4. Прикладные аспекты применения координационных соединений**

Координационные соединения в аналитической химии. Комплексные соединения как противоопухолевые препараты. Металлокомплексный катализ. Бионеорганическая химия и

медицина. Бор-нейтронозахватная терапия. Фотографическая химия, красители и пигменты.

#### 5. Металлоорганические комплексы как особый тип координационных соединений

История МОС: витамин В12 (до существования человека), соль Цейзе, карбонил никеля, ферроцен, Нобелевские премии – Найори, Граббс, Сузуки – значение открытий. Общая характеристика МОС – слабые неполярные связи. Следствие – относительная неустойчивость, применение в катализе.

Геометрия – стерические факторы, следствие меньшей направленности d-орбиталей. Динамика – вращение этилена, циклопентадиенила. Исключение – плоский квадрат вместо тетрадра.

Электронное строение. Правило 18 электронов. Аналогия с правилами Сиджвика с правилом октета Льюиса. Нейтральная схема расчета электронов, примеры. Исключения из правил – 16 электронов и стерические препятствия. Изоглобальная аналогия.

#### 6. Синтез металлоорганических соединений и реакции обмена лигандов

Основные методы синтеза. Окислительное присоединение и восстановительное элиминирование. Общие закономерности и факторы, влияющие на скорость процессов.

Присоединение связи М-Н к алкенам и бета-элиминирование. Общие закономерности и методы блокирования бета-элиминирования.

Реакции замещения лигандов. Ассоциативный и диссоциативный механизм. Прочность связи с лигандом: хелатный эффект, транс-эффект.

#### 7. Комплексы переходных металлов с СО, фосфинами и гетероциклическими карбенами

Карбонилы металлов. Концепция прямого и обратного донирования, аналогия с изоцианидами, синтез типичных карбониллов: Ni, Cr, Rh. Реакции окисления и восстановления (Br<sub>2</sub>, Na). Алкилирование карбонилатов, миграция СО, присоединение RLi, реакция Хибера.

Фосфиновые комплексы. Общая характеристика, методы синтеза, конический угол, влияние фосфинов на каталитические реакции.

Гетероциклические карбены как лиганды. Причины устойчивости.

## 8. Комплексы переходных металлов с олефинами

Комплексы с алкенами. Общая характеристика, природа связи, метод синтеза, основные реакции: замещение лигандов, нуклеофильное присоединение

Комплексы с алкинами. Общая характеристика, методы синтеза и возможные превращения, каталитические реакции.

## 9. Комплексы переходных металлов с карбоциклическими лигандами

Общая характеристика циклопентадиенильных комплексов, природа связи, методы синтеза. Органические реакции ферроцена. Отличие в свойствах ферроцена и кобальтоцена. Примеры использования циклопентадиенильных комплексов в катализе.

Ареновые комплексы. Общая характеристика, методы синтеза. Реакции замещения лигандов и нуклеофильного замещения в кольце.

## 10. Металлокомплексный катализ

Общие принципы: каталитический цикл, устойчивость, TON и TOF. Роль лигандов. Стабилизация активных частиц и контроль реакционной способности.

Наиболее значимые органические каталитические превращения: Реакции гидрирования, кросс-сочетания, C-H активации, метатезиса.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Христианское богословие и современная физика: история и современность**

#### **Цель дисциплины:**

обеспечить студентов объективными знаниями о взаимодействии религиозных и философских учений с наукой в разные эпохи — начиная с античности и заканчивая последними научными открытиями и философскими концепциями.

#### **Задачи дисциплины:**

— получение студентами серьезных знаний в области религиозной философии, истории науки и христианского богословия,

— овладение методическими навыками самостоятельной работы с философскими, религиозными и научными текстами;

— выработку у студентов общего представления о месте и значении науки и религии в истории человечества;

— понимание студентами отношения к науке и философии различных религиозных учений, прежде всего христианства;

— выработка полноценного представления об основных проблемах, возникающих при анализе философских, религиозных и естественнонаучных дисциплин.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- ключевые проблемы взаимоотношения христианства и естественных наук.
- основные подходы к решению проблем взаимоотношения христианства и естественных наук (в том числе различие научного и религиозного знания, их цели, предмета, языка и методов).
- христианское учение (и его источники) о человеке и мире (в том числе о цели, характере и основных этапах их творения, о положении человека в мире, о грехопадении первых людей и влияние этого на человеческую природу и все мироздание, о Спасении человечества и всего мира, о конце мира).
- историю взаимоотношения христианства и естественно-научной деятельности (в том числе религиозно-философские предпосылки зарождение науки Нового времени;

примеры конфликтов между учеными и Церковью и примеры их плодотворного взаимодействия; примеры ученых-христиан XIX-XXI вв., осуществивших в себе синтез веры и научного знания).

- базовые теоретические принципы создания текстов научно-апологетического характера;
- основные библиографические источники по проблеме взаимоотношения христианства и науки;
- поисковые системы для получения информации в данной области.

**уметь:**

- анализировать и осмысливать проблемную ситуацию, связанную с проблемами взаимоотношения христианства и естественных наук;
- соотнести исследуемую проблемную ситуацию с известными проблемами взаимоотношения христианства и естественных наук;
- проводить богословский анализ ключевых проблем взаимоотношения христианства и естественных наук на основе системного теологического подхода;
- работать с источниками христианского учения о человеке и мире при анализе проблемной ситуации;
- ориентироваться в литературе по истории и философии науки;
- общаться в рамках темы взаимоотношения христианства и науки (участвовать в конференциях, форумах, заседаниях и пр.);
- пользоваться различными профессионально-ориентированными источниками с целью написания научных работ по проблеме взаимоотношения христианства и науки, а также редактирования и экспертной оценки работ своих коллег в этой области;
- выстраивать и оформлять результаты своей научной деятельности.

**владеть:**

- навыком определения и формулировки проблем взаимоотношения христианства и естественных наук;
- навыком описания ситуации, составления модели, анализа результатов экспертной оценки.
- навыками устного, письменного, виртуального (в интернете) представления результатов своего исследования по проблеме взаимоотношения христианства и науки;
- навыками ведения научных дискуссий, полемик;
- навыками выступления с сообщениями, докладами;
- различными средствами коммуникации в ведении профессиональной деятельности.

## Темы и разделы курса:

### 1. Введение в дисциплину

Специфика предмета «Христианское богословие и современная физика: история и современность». Его предмет, задачи и методы. Обзор основных проблем взаимоотношения христианства и науки. Связь с естественными и гуманитарными науками, с одной стороны, и с богословскими дисциплинами – с другой. Обзор основных источников и пособий.

### 2. Наука и религия: сходства и различия. Познание религиозное и познание научное. Вера и разум

Проблема разграничения науки и религии. Сравнительный анализ науки и религии, выявление их различий и сходств. Исторический обзор различных способов решения проблемы отношения веры и разума: блаж. Августин («верую, чтобы понимать»), Тертуллиан («верую, ибо абсурдно»), Петр Абеляр («понимаю, чтобы верить»), Сигер Брабантский, М.В.Ломоносов (учение о двух истинах). Православное учение о вере.

### 3. История взаимоотношения науки и христианства

#### Раздел 3.1. Церковь и наука в I - первой половине II тысячелетия.

Отношение к античной науке и философии в раннем христианстве. Причины отсутствия прогресса в науке до XVII в. Были ли гонения на ученых в Средние века? Начало возрождения интереса к научному познанию мира в XIII в. Основные научные проблемы в эпоху схоластики.

#### Раздел 3.2. Христианство и генезис новоевропейской науки.

Религиозно-философские факторы генезиса естествознания Нового времени. «Естественная теология». Постулаты, лежащие в основе современной науки: вера в Бога – Творца и Законодателя мира, учение о человеке как образе Божиим, Боговоплощение как освящение мира, математизация естествознания, его теоретичность и экспериментальность. Отличие аристотелевской науки от галилеевской. Культурообразующая роль христианства. Роль отделения западной Церкви от Восточной. Влияние различных течений в западной Церкви на генезис науки. Роль магико-герметических идей эпохи Возрождения, Реформации и становления буржуазного способа производства в генезисе науки. Антиеретическая и антиокультурная направленность науки в XVII веке.

#### Раздел 3.3. Отношения западного христианства и науки в XVI-XX вв.

Первые конфликты: Коперник, Джордано Бруно, «дело Галилея». Критика Церкви и христианства в эпоху Просвещения. Теория эволюции Дарвина. Возникновение «научного атеизма». Ученые-христиане XVII -XX вв.: примеры личного синтеза веры и научного знания. Особенность религиозности ученых: И.Кеплер, Р.Декарт, И.Ньютон, Б.Паскаль, Г.Лейбниц, М.Фарадей, О.Коши, Дж.Максвелл, Л.Пастер, М.Планк, А.Эйнштейн, В.Гейзенберг, А.Комптон, Б.Раушенбах, Н.Боголюбов и др. Причины неверия многих современных ученых.

### 4. Современные проблемы взаимоотношения христианства и науки

#### Раздел 4.1. Естественное богопознание



Возможность познания Бога через самопознание и изучение окружающего мира. Религиозный опыт и попытки современного научного его объяснения. Проблема возможности доказательства бытия Бога. Различные доказательства бытия Бога: историческое, онтологическое, нравственное, космологическое, телеологическое. Современные научные открытия в области космологии и генетики и их теологическая интерпретация.

#### Раздел 4.2. Чудеса и законы природы.

Природа чудес. Проблема определения чуда. Различные определения: богословское, атеистическое, феноменалистическое, сущностное. Спор Лейбница и Ньютона по вопросу о чудесах. Чудо как событие, противоречащее законам природы, и как знамение. Онтологическое обоснование возможности чуда. Примеры чудес: уникальные (в т.ч. евангельские) и постоянно действующие. Жизнь как чудо с точки зрения физики. Попытка Шрёдингера объяснить жизнь с точки зрения физики. Чудо в истории: «может ли Бог сделать бывшее небывшим?» О так называемом противоречии всемогущества: «может ли Бог создать камень, который Сам не сможет поднять?» Примеры современных известных чудес (схождение Благодатного Огня и др.). Туринская плащаница.

#### Раздел 4.3. Происхождение и развитие мира: естественнонаучные модели и христианское учение.

Современные научные представления о происхождении и развитии мира. Библейский рассказ о шести днях творения и разные подходы к его согласованию с научными представлениями: расширенное толкование Шестоднева в свете естественнонаучных открытий; буквальное толкование с «подбором» научным данным, согласных с таким толкованием; понимание Шестоднева как сборника первобытных мифов Ближнего Востока и др. Проблема возникновения текста Шестоднева. Проблема длительности дней творения. Проблема времени в контексте соотнесения Шестоднева и науки. Сравнение библейских и научных взглядов на мир и человека. «Теистический эволюционизм».

Библейский рассказ о творении человека и современная эволюционистская теория антропогенеза. Проблема существования души, различные доказательства ее существования и бессмертия. Современные научные опровержения этих доказательств.

#### Раздел 4.4. Исторические проблемы Библии

Проблема историчности ветхозаветных событий: археологические данные, кумранские рукописи, тщательная методика переписывания Ветхого Завета в древности как гарантия подлинности текста. Историчность евангельских событий. Свидетельства нецерковных историков о Христе (Иосиф Флавий, Тацит, Плиний Младший, Светоний). Евангелия как исторические документы.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Цифровая трансформация здравоохранения**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение основных принципов использования подходов и методик искусственного интеллекта для решения медицинских задач.

#### **Задачи дисциплины:**

- дать понимание о существующих проблемах в индустрии здравоохранения и подходах к их решению с использованием машинного обучения и искусственного интеллекта;
- дать понимание основных принципов разработки дизайна клинического исследования;
- обучить навыкам статистической обработки результатов клинических исследований.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия и принципы работы методов искусственного интеллекта
- современные проблемы применения методов искусственного интеллекта для решения различных медицинских задач (обработка медицинских изображений, системы поддержки принятия врачебных решений, анализ текстов медицинской тематики на естественном языке);
- принципы и подходы в создании и развитии создания медицинских сервисов и продуктов с применением технологий искусственного интеллекта
- правовые и этические аспекты применения искусственного интеллекта для решения медицинских задач, законодательное регулирование.

##### **уметь:**

- ставить цели и задачи для разработок с применением технологий искусственного интеллекта в медицине, понимать поставленные цели и задачи;
- использовать свои знания для решения задач и построения технологий применения искусственного интеллекта в медицине;

- оценивать корректность постановок задач и строить алгоритмы достижения их оптимального решения в различных (в том числе меняющихся) условиях;
- применять полученные фундаментальные знания в прикладных целях применения технологий искусственного интеллекта для решения задач практической медицины;

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач (в том числе, сложных);
- навыками самостоятельной работы и освоения новых знаний, умений и навыков;
- культурой работы в команде и умением выстраивать систему взаимодействия с контрагентами;
- терминологией, включая юридические и финансовые термины в достаточном объеме.

**Темы и разделы курса:**

1. Анализ медицинских изображений

Анализ медицинских изображений.

Виды медицинских изображений. Стандарты представления данных. Задачи компьютерного зрения в медицине.

2. Методы ИИ в обработке медицинских изображений

Подготовка данных. Методы ИИ в обработке медицинских изображений.

Проблемы разметки данных, построение эксперимента. Коллективная разметка. Стандартные подходы к препроцессингу данных. Классические модели. Модели глубокого обучения. Проблемы каждой модели. Тюнинг моделей

3. Основные принципы построения СППВР

Системы поддержки принятия решений в медицине. Методы инженерии знаний для построения сервисов СППВР

Основные принципы построения СППВР.

Типовые задачи, решаемые с помощью СППР в медицинской практике

Преимущества и недостатки Систем, построенных на различных принципах: логика предикатов, нечеткая логика, нейронные сети, гибридные технологии.

Примеры сервисов СППВР, построенных с использованием методов инженерии знаний.

#### 4. Область применения СППВР, основанных на методах нечеткой логики

Использование методов нечеткой логики для построения СППВР

Область применения СППВР, основанных на методах нечеткой логики.

Байесовские сети. Методология построения БС для диагностики заболеваний.

Подходы к валидации моделей.

#### 5. Анализ медицинских текстов

Анализ медицинских текстов на естественном языке с применением технологий искусственного интеллекта

#### 6. Нормативные аспекты применения технологий искусственного интеллекта

Нормативные аспекты применения технологий искусственного интеллекта в медицине. Этические проблемы.

Действующая нормативная база. Перспективы изменения нормативной базы по применению ИИ в медицине. История робоэтики. Этика больших данных. Этика человеко-компьютерных систем. «Сильный» искусственный интеллект и машинная мораль.

#### 7. Особенности разработки и тестирования медицинских устройств

Особенности разработки и тестирования медицинских устройств и продуктов на базе технологий ИИ.

От первых проверочных гипотез к реальной клинической практике – классические подходы и применение технологий ИИ.

#### 8. ИИ в фармацевтической промышленности

ИИ в фармацевтической промышленности

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Цифровые технологии в разработке лекарств**

#### **Цель дисциплины:**

Освоение студентами основных понятий, современных знаний и принципов, а также методов исследований в области медицинской химии в контексте решения задач, стоящих перед разработчиками лекарственных средств.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов) в медицинской химии;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков, позволяющих осваивать современные методы в медицинской химии;
- оказание консультаций и помощи студентам в освоении современных подходов в области медицинской химии и разработки лекарств.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- фундаментальные понятия и принципы медицинской химии;
- современные представления о физиологически активных соединениях, механизмах их действия, аспектах эффективности и безопасности;
- современные проблемы медицинской химии в контексте разработки лекарств, в том числе в условиях перехода на модель персонализированной медицины;
- принципы проведения доклинических исследований; место и роль медицинской химии в этих исследованиях.

##### **уметь:**

- использовать современный инструментарий медицинской химии для конструирования молекул, обладающих направленным мишень-специфическим действием;

- использовать публично доступные и коммерческие специализированные базы данных химико-биологической и библиографической информации в качестве основы для разработки мишень-специфичных библиотек соединений;
- использовать специальные методы конструирования структур, такие как биоизостерный подход, фармакофорный дизайн, методы молекулярного подобию и другие для создания новых соединений, обладающих свойствами исходных молекул-прототипов;
- использовать прочие подходы и методы, изучаемые в рамках дисциплины, для разработки новых лекарственных средств.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации и решения задач (в том числе, сложных);
- навыками самостоятельной работы и освоения новых знаний, умений и навыков;
- культурой работы в команде и умением выстраивать систему взаимодействия со специалистами в смежных областях;
- терминологией дисциплины в достаточном объеме.

**Темы и разделы курса:**

1. Введение в медицинскую химию

История возникновения. Российская и казанская школы медицинской химии. Предмет дисциплины. Ключевые задачи медицинской химии. Понятие о лекарственном соединении. Связь медицинской химии с современными технологиями разработки лекарств. Задачи медицинской химии на различных стадиях исследовательского доклинического этапа разработки лекарственных средств. Философия дисциплины.

2. Биологические мишени для действия лекарств

Липидные мембраны. Нуклеиновые кислоты. Белки. Белковые биологические мишени. Ферменты. Типы ингибирования. Принципы создания лекарств, ингибиторов ферментов. Рецепторы. Структура и функции рецепторов. Нейротрансмиттеры. Типы модуляции рецепторов. Агонисты и антагонисты рецепторов. Ионканальные рецепторы. Рецепторы, сопряженные с G-белками. Структура, функции, механизмы функционирования. Липидные мембраны и рецепторы. GPCR как мишень для действия лекарств. Киназные и ядерные рецепторы. Структура, функции, механизмы функционирования. Другие биомишени.

3. Виртуальный скрининг в медицинско-химической разработке лекарств

Понятие виртуального скрининга. Связь с современными технологиями медицинской химии и разработки лекарств. Понятие о QSAR-анализе, фармакофорном моделировании, молекулярном докинге. Методы снижения размерности многомерных пространств свойств молекулярных объектов (методы двумерного проецирования, или мэппинга) для решения ключевых задач исследовательского этапа разработки лекарств.

4. Методы дизайна химических структур и библиотек соединений

Молекулярные скэффолды с точки зрения медицинской химии. Методы "лид-хоппинга", или направленной трансформации структур соединений-лидеров. Биоизостерный подход как концептуальный метод медицинско-химической трансформации структур-прототипов. Методы структурного подобию. Методы генерации структур и библиотек химических соединений. Примеры современных программных систем.

5. Медицинско-химический дизайн, направленный на оптимизацию фармакологических параметров

Фармакокинетика и метаболизм (ADME-свойства) лекарственных веществ. Методы прогнозирования и дизайна. Оптимизация физико-химических и фармакологических свойств лекарств. Пролекарства. Системы доставки, в том числе таргетные. Увеличение растворимости субстанций. Пенетраторы. Токсичность лекарственных веществ. Методы прогнозирования и дизайна. Клинические побочные эффекты лекарств. Базы данных. Методы оценки и прогнозирования.

6. Разработка лекарственных средств на основе природных молекул

Лекарственные препараты на основе природных молекул. Значение для здравоохранения. Методы исследований и анализа. Полусинтетические лекарственные средства на основе природных молекулярных объектов. Лекарственные препараты на основе природных молекул. Актуальные примеры.

7. Разработка лекарственных средств в актуальных фармакологических областях

Разработка противоопухолевых препаратов, антиинфекционных (антибактериальных, противовирусных, противогрибковых), сердечно-сосудистых препаратов, лекарств для лечения заболеваний нервной системы, препаратов в других актуальных фармакологических областях. Основные типы препаратов. Методы дизайна. Актуальные примеры.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Экспериментальные методы исследования наноструктур**

#### **Цель дисциплины:**

- знакомство студентов с современными физическими методами исследования различных, как конструкционных, так и функциональных, наноструктурированных материалов.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний в области современных физических исследований наноструктурированных материалов как дисциплины, интегрирующей общезначимую и общетеоретическую подготовку физиков и обеспечивающей технологические основы современных инновационных сфер деятельности;
- обучение студентов методиками исследования при решении конкретных экспериментальных задач при исследовании наноструктурированных материалов;
- формирование знаний для понимания сути явления и процессов, происходящих при исследовании тех или иных свойств наноструктурированных материалов на элементарном уровне.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- современные проблемы физики, химии, математики;
- теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в физике и ее приложениях;
- принципы симметрии и законы сохранения;
- новейшие открытия естествознания;
- постановку проблем физико-химического моделирования;
- о взаимосвязях и фундаментальном единстве естественных наук;
- современные технологии создания наноструктурных материалов.



**уметь:**

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- работать на современном экспериментальном оборудовании;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций.

**владеть:**

- планированием, постановкой и обработкой результатов физического эксперимента;
- научной картиной мира;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории на современном экспериментальном оборудовании;
- математическим моделированием физических задач;
- методиками исследования наноструктурных материалов.

**Темы и разделы курса:****1. Зондирующие и детектируемые объекты**

Фотоны: от  $\gamma$  - излучения до радиоволн, сравнительная шкала электромагнитного излучения. Спектральный диапазон длин волн различных источников света. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом: поглощение, рассеяние, отражение, преломление, нелинейные эффекты. Классификация фотодетекторов и спектральный диапазон их применения.

Частицы: электроны, протоны, нейтроны, быстрые частицы. Взаимодействие электронов с веществом. Электрон-столкновительные (ионизация и возбуждение атомов) и радиационные (тормозное излучение) механизмы потери энергии электронов в веществе. Упругое и неупругое рассеяние электронов в веществе. Прохождение электронов через вещество. Процессы, возникающие при взаимодействии быстрых частиц с веществом.

**2. Материалы и их характеристика**

Схема характеристики материалов. Классификация материалов. Элементарные характеристики материалов: элементный состав, химические связи, структура. Типы кристаллических решеток. Дефекты кристаллической решетки. Масштабная сравнительная шкала материалов: макро-, микро- и наноструктуры. Свойства материалов. Способы получения материалов. Роль поверхности и границ раздела материалов. Методы характеристики материалов.

**3. Методы исследования микро - и наноструктур**

Методы дифракции и рассеяния. Основы кристаллической дифракции. Микроскопия и топография. Общие принципы: увеличение, разрешение, абберации. Оптическая микроскопия: интерференционная микроскопия, лазерная сканирующая конфокальная микроскопия (LSCM) и флуоресцентная микроскопия с полным внутренним отражением (TIRFM). Просвечивающая электронная микроскопия (TEM): двух волновая дифракция, слабый пучок и высокое разрешение (HRTEM). Сканирующая просвечивающая электронная микроскопия (STEM): высокоугловая кольцевая темнопольная (HAADF-STEM). Сканирующая электронная микроскопия (SEM): вторичных электронов (SEM-SE), катодолюминесценция (SEM-CL), наведенный электронным пучком ток (SEM-EBIC), электронно-зондовый микроанализ (EPMA). Рентгеновская топография (XRT). Сканирующая зондовая микроскопия (SPM): сканирующая туннельная микроскопия (STM), атомно-силовая микроскопия (AFM). Сканирующая оптическая микроскопия ближнего поля (SNOM). Полевая ионная микроскопия (FIM). Сравнение различных микроскопических методик. Оптическая спектроскопия: инфракрасного поглощения, Рамановское рассеяние. Спектроскопия магнитных резонансов: ЯМР и ЭПР. Электронная спектроскопия: спектроскопия характеристических потерь энергии электронов (EELS), рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (XPS), Оже - спектроскопия (AES). Анализ кристаллических и аморфных структур. Анализ дефектов решетки и примесей. Анализ молекулярных структур. Анализ фазовых распределений, текстур и конечных структур.

#### 4. Методы исследования поверхности и границ раздела материалов

Основные методы анализа химического состава поверхности: Оже - спектроскопия, рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия, масс спектрометрия вторичных ионов (SIMS). Динамическая и статическая масс спектрометрия вторичных ионов. Времяпролетная масс спектрометрия вторичных ионов (TOF-SIMS). Поверхность и наноанализ. Сравнение методов для анализа поверхности материалов. Измерение профиля распределения элементов или примесей по глубине образца с помощью ионно-плазменного травления поверхности.

Анализ топографии поверхности. Зондовая профилометрия. Строение поверхности. Оптическая зондовая профилометрия. Интерференционная микроскопия. Сканирующая зондовая микроскопия. Сканирующая электронная микроскопия (SEM).

#### 5. Обработка информации; основные характеристики методик

Информация, получаемая при изучении результатов взаимодействия зондирующих объектов с веществом. Сравнительная таблица аналитических методик исследования. Пределы детектирования. Точность методик. Пространственное разрешение методик, разрешение методик по глубине исследуемого материала. Деструктивное влияние зондирующего объекта на анализируемый материал: разогрев, ионизация, нарушение структуры, аморфизация. Разрушающие и неразрушающие методики. Абсолютные и относительные методы, калибровочные образцы.

#### 6. Химический состав материалов

Химический состав объема. Масс спектрометрия: индуктивно-связанной плазмы (ICP-MS), тлеющего разряда (GD-MS). Молекулярная спектроскопия: УФ/Видимая спектроскопия молекулярного поглощения, флуоресцентная/ фосфоресцентная спектроскопия, Рамановская спектроскопия, ИК спектроскопия. Количественная протонно-ядерная

магниторезонансная спектроскопия ( $^1\text{H}$  QNMR). Атомная спектроскопия: спектроскопия атомного поглощения (AAS), атомная эмиссионная спектроскопия индуктивно-связанной плазмы (ICP-AES), искровая оптическая эмиссионная спектрометрия (Spark OES), оптическая эмиссионная спектрометрия тлеющего разряда (GD OES). Рентгеновская флуоресценция (XRF). Ядерные аналитические методы: нейтронный активационный анализ (NAA), мгновенный гамма активационный анализ (PGAA), нейтронный профиль глубины (NDP), фотонный активационный анализ (PAA), анализ активации заряженными частицами (CPAA), рентгеновское излучение, наведенное частицами (PIXE). Хроматографические методы: газовая хроматография (GC), жидкостная хроматография (LC), жидкостная хроматография/масс спектрометрия (LC/MS).

Микроаналитическая химическая характеристика. Аналитическая электронная микроскопия: энерго-дисперсионная рентгеновская спектрометрия (XEDS), спектроскопия характеристических потерь энергии электронов (EELS). Электронно-зондовый рентгеновский микроанализ (EPMA): энерго-дисперсионная спектрометрия (EDS), спектрометрия с диспергированием по длинам волн (WDS). Сканирующая Оже - спектроскопия. Экологическая сканирующая электронная микроскопия (ESEM). ИК и Раман микроанализ.

## 7. Микроскопия и получение изображений

Общие принципы: увеличение, разрешение, абберации. Оптическая микроскопия. Электронная микроскопия (SEM, TEM, STEM, FIB). Сканирующая зондовая микроскопия (AFM, SFM). Особенности исследования нано-объектов и нано-структурированных материалов

## 8. Элементный и структурный анализ объема и поверхности

Анализ оптических и рентгеновских спектров испускания при возбуждении анализируемого материала фотонами, электронами, быстрыми частицами (PL, LIF, CL, XRF, XPS, XRR, XPD, ICP-OES, LEXES). Рассеяние и поглощение оптических фотонов (Raman, FT-IR). Дифракция и поглощение рентгеновских лучей (XRD). Дифракция и поглощение электронов (AED, EELS, LEED, IETS, RHEED). Эллипсометрия (VASE) и оптическая рефлектометрия. Модуляционная спектроскопия. Спектроскопия разностного отражения (RDS). Особенности исследования нано-объектов и нано-структурированных материалов. Сравнение методик по основным характеристикам. (6 час.)

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Экспериментальные методы исследования плазмы**

#### **Цель дисциплины:**

- ознакомление студентов с экспериментальными методами исследования плазмы.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний в области физики плазмы, освоение студентами теоретических методов анализа плазменных явлений, проявляющихся как в экспериментальных установках, так и в природе;
- развитие у студентов творческого подхода к выбору методов теоретического анализа различных плазменных явлений;
- оказание помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области физики плазмы.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- принципы построения стандартного измерительного тракта плазмофизической установки;
- общие системы уравнений плазмы;
- структуру диагностического комплекса большой термоядерной установки;
- особенности диагностического комплекса ИТЭР.

##### **уметь:**

- быстро осваивать новые экспериментальные методы и теоретические модели в плазменных исследованиях;
- квалифицировано анализировать результаты экспериментальных и теоретических исследований;
- доводить до сведения научной общественности (выступление на семинарах, конференциях, публикации в научных журналах) результаты проведённой научной работы;

- проводить диагностику низкотемпературной плазмы.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками работы в коллективе лаборатории и самостоятельной работы;
- умением искать теоретические объяснения экспериментальным результатам и экспериментальные подтверждения теоретическим моделям.

**Темы и разделы курса:**

1. GRID-системы

GRID-системы.

2. Аппаратура цифровой регистрации данных для диагностических комплексов плазменных установок

Аппаратура цифровой регистрации данных для диагностических комплексов плазменных установок

- Немного истории техники А-Ц преобразования;
- Аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи. Методики регистрации сигналов;
- Обработка сигналов (дискретизация). Интерполяция по Котельникову (Найквисту);
- Аппаратура регистрации формы импульсных сигналов;
- Многоканальные синхронные системы регистрации формы однократных импульсных сигналов. Структура построения синхронных многоканальных систем регистрации. Пример регистрации сигналов диамагнетизма и лазерного рассеяния;
- Особенности построения систем сбора данных на основе гальванически изолированных регистраторов
- Многоканальные системы сбора данных с “on line” обработкой информации.
- Программное обеспечение многоканальных систем сбора данных;
- Принцип измерения временных координат точек пересечения фазомодулированного и опорного сигналов с нулевых линий в цифровых интерферометрах. Пример установки Т-10 и современный подход в диагностическом комплексе стелларатора LHD.

3. Вводная лекция

Вводная лекция.

4. Диагностика низкотемпературной плазмы

Диагностика низкотемпературной плазмы.

5. Диагностический комплекс большой термоядерной установки, как DATA INPUT для систем уравнений математических кодов и проведения поисковых исследований

Диагностический комплекс большой термоядерной установки, как DATA INPUT для систем уравнений математических кодов и проведения поисковых исследований.

- Общие электротехнические измерения (Пример, измерения  $Z_{eff}$ - эффективного заряда плазмы);
- Применения магнитных зондов и петель;
- Применение электрических зондов;
- Спектральные измерения;
- Боллометрические измерения;
- Особенности измерения импульсных сигналов (лазерная диагностика, счечиковые методики);
- Измерения мягкого рентгеновского излучения;
- Методы измерения электронной температуры;
- Обратная задача хордовых измерений. Основные отличия томографии мягкого рентгеновского излучения и томографии нейтронных полей (Метод Родона);
- Измерения профиля температуры электронов
- Измерение профиля температуры ионов;
- Измерение профиля плотности плазмы
- Измерение профиля мягкого рентгеновского излучения
- Измерение профиля плотности тока
- Измерение профиля скорости тороидального вращения плазмы
- Измерение профиля интенсивности нейтронов
- Измерение структуры флуктуаций магнитного поля (магнитные зонды+ECE);
- Измерение профиля флуктуаций плотности плазмы (рефлектометрия);
- Измерение потенциала плазмы;
- Измерение жесткого рентгеновского излучения.

6. Общие системы уравнений плазмы

Общие системы уравнений плазмы необходимые для:

- Расчета основных параметров плазмы токамака на примере кода ASTRA;
- Определения положения и формы плазменного шнура (коды ASTRA, DINA и EFIT).

## 7. Особенности диагностического комплекса ИТЭР

Особенности диагностического комплекса ИТЭР;

- Параметры ИТЭР;
- Назначение диагностического комплекса;
- Размещение и интеграция диагностик;
- Конструктивные особенности построения диагностик;
- Диагностики, разрабатываемые РФ;
- Введение в трехмерный САПР CATIA и программу ENOVIA.

## 8. Принципы построения стандартного измерительного тракта плазмофизической установки

Принципы построения стандартного измерительного тракта плазмофизической установки

- Линейные измерительно-регистрирующие системы.
- Полоса частот и скорость передачи информации по электронным каналам. Коэффициент передачи, связь входного и выходного сигналов в фурье-пространстве. Рациональное использование спектров модуляции на примере FAX-модема компьютера. Информационная емкость.
- Применение уравнения Найквиста для создания измерительного тракта с оптимальным соотношением сигнал/шум.
- Согласование элементов измерительного тракта. Входное/выходное сопротивление четырехполюсника.
- Применение пассивных элементов для создания амплитудно-частотных и фазово-частотных характеристик измерительного тракта.
- Применение активных элементов и операционных усилителей для создания амплитудно-частотных и фазово-частотных характеристик измерительного тракта.
- Аппаратная функция, уравнение свертки.
- Особенности построения измерительного тракта в области частот выше 1 МГц.

## 9. Работа с базами данных современных установок токамак

Работа с базами данных современных установок токамак.

## 10. Работа с основными математическими кодами, применяемыми для обработки экспериментальных данных установок токамак

Работа с основными математическими кодами, применяемыми для обработки экспериментальных данных установок токамак.

## 11. Цифровые системы управления и сбора данных современных термоядерных установок

### Цифровые системы управления и сбора данных современных термоядерных установок

- DAS (Data Acquisition System) установки T-10, как пример системы сбора данных малой установки;
- SCADA (System Control And Data Acquisition) система MDSPlus, как пример комплексного подхода на большой термоядерной установке;
- Особенности построения систем синхронизации и обработки аварийных ситуаций;
- Особенности построения цифровых систем реального времени для управления. Пример построения системы управлением положением и формой плазмы с применением усеченного (быстрого) кода EFIT;
- Особенности построения цифровых систем реального времени для стабилизации МГД-неустойчивостей. Пример стабилизации RWM на установке DIII-D.



## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы

### Экспериментальные методы химической физики полимеров и композиционных материалов

#### Цель дисциплины:

- изучение основ современных экспериментальных методов химической физики;
- овладение знаниями о применимости современных структурных, спектроскопических и микроскопических методов;
- введение в основы методов молекулярного моделирования.

#### Задачи дисциплины:

- приобретение базовых знаний о дифракционных, спектроскопических, электрофизических, реологических методах исследования;
- приобретение основных представлений о молекулярном моделировании: понятии статистического ансамбля, методе молекулярной динамики, организации молекулярно-динамических экспериментов и анализе результатов моделирования;
- получение навыков моделирования сложных полимерных систем, моделирования в дискретном пространстве (на решетках и сетках), моделирования полимерных стекол и сложных биологических молекул, растворов металлов, солей, полиэлектролитов, наночастиц и нанокомпозитов;
- освоение стандартных комплексов программ для проведения молекулярно-динамических расчетов (Nperchem, GROMACS, AMBER, PUMA).

#### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- физические основы рентгеновских, спектроскопических, термических, реологических, электрофизических методов исследования;
- скейлинговый подход к описанию морфологии поверхности;
- об основных методах молекулярной механики и молекулярной динамики;
- основные представления о природных фотохимических процессах - фотохимии атмосферы, природного фотосинтеза и зрения;

статистический анализ термодинамических ансамблей: определение термодинамических средних в различных ансамблях, флуктуации термодинамических величин, структура молекулярных систем, временные корреляционные функции и транспортные коэффициенты.

**уметь:**

- абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных молекулярных процессов;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- производить численные оценки по порядку величины;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- анализировать экспериментальные данные рентгеновского, спектроскопического, термического, реологического эксперимента;
- проводить молекулярное моделирование в современных комплексах для проведения молекулярно-динамических расчетов (Hyperchem, GROMACS, AMBER, PUMA).
- проводить обработку данных численного эксперимента: различные источники ошибок в численном моделировании, ошибки измерения термодинамических и структурных величин, коррекция результатов при учете обрезания потенциала взаимодействия;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы в научной библиотеке, лаборатории и интернете;
- культурой постановки и моделирования физико-химических задач;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных со свойствами молекул, электромагнитного излучения и взаимодействия между ними;
- навыками молекулярного моделирования сложных полимерных и биологических систем.

**Темы и разделы курса:**

1. Анализ молекулярной структуры в численных экспериментах. Неравновесная молекулярная динамика

Анализ аморфных и кристаллических структур. Структуры жидкостей. Многогранники Вороного и симплексы Делонэ. Моделирование механического сдвига. Использование градиента температуры. Диффузия. Структурная релаксация.

## 2. Зондовая микроскопия. Скейлинговые подходы описания морфологии поверхности

Контактный, полуконтактный и бесконтактный режимы сканирования. Модели взаимодействия зонда и поверхности. Измерение локальных механических свойств поверхности. Электростатическая силовая микроскопия, Кельвин-зондовая силовая микроскопия, магнитно-силовая спектроскопия. Параметризация случайно-шероховатых поверхностей. Самоаффинные поверхности. Определение скейлинговых коэффициентов.

## 3. Колебательная спектроскопия: инфракрасная спектроскопия, рамановское рассеяние

Инфракрасное излучение и колебания молекул. Гармонические и ангармонические колебания. Колебания многоатомных молекул. Характеристичные колебательные частоты органических соединений. Интерпретация инфракрасных спектров. Классическая и квантовая теория комбинационного рассеяния. Эмпирические законы комбинационного рассеяния.

## 4. Малоугловое рентгеновское и нейтронное рассеяние

Интенсивность как функция Фурье электронной плотности. Асимптотики Гинье и Порода. Функция парных корреляций. Расчет основных структурных параметров рассеивающей системы: размеры и масса частиц, объем, площадь и фрактальная размерность поверхности. Метод вариации контраста плотности рассеяния.

## 5. Метод молекулярной динамики. Организация молекулярно-динамических экспериментов. Анализ результатов моделирования

Уравнения движения для атомных систем. Алгоритмы численного интегрирования траекторий (алгоритмы Верле, метод Рунге-Кутты). Расчет траекторий для молекул с жесткими связями. Моделирование систем с потенциалами твердых сфер. Вычисление сил, энергии и давления. Моделирование малых систем. Периодические граничные условия. Способы задания потенциалов взаимодействия. Расчеты с дальнедействующими потенциалами. Задание начальных координат и скоростей атомов. Общая структура программы. Вывод и обработка результатов.

## 6. Методы броуновской и столкновительной динамики. Моделирование полимерных стекол

Физические основы и численные методы. Возможности и ограничения. Моделирование в дискретном пространстве (на решетках и сетках). Моделирование полимерных систем. Анализ транс-гош переходов в расплавах полимеров. Получение начальных данных при моделировании стекол. Анализ неупорядоченной структуры. Локальные характеристики механического напряжения и смещения.

## 7. Методы молекулярной механики. Моделирование сложных полимерных систем

Методы градиентного спуска. Молекулярная механика и молекулярная динамика. Расплавы олигомеров и полимеров. Монослои из цепочечных молекул. Внутримолекулярная подвижность и структура сложных биологические молекул. Моделирование полимерных кристаллов. Дефекты в полимерных кристаллах и их влияние на молекулярную подвижность.

## 8. Модели роста тонких пленок

Механизмы роста тонких пленок из газовой фазы. Механизм островкового роста (модель Фольмера-Вербера), механизм послойного роста (модель Франка - Ван дер Мерве), модель Странского-Крастанова. Гомогенное и гетерогенное зародышеобразование. Рост изолированных островков. Рост островков в ансамбле (решеточное приближение, приближение равномерного обеднения). Функции распределения островков по размерам при разных механизмах их формирования.

#### 9. Молекулярные модели. Статистические ансамбли.

Геометрия молекул и атом-атомные потенциалы. Межмолекулярные взаимодействия. Построение модельных потенциалов. Наиболее распространенные системы потенциалов. Особенности модельных потенциалов для металлов и воды. Молекулярные модели полимеров. Понятие статистического ансамбля. Основные статистические ансамбли. Определение термодинамических средних в различных ансамблях. Структура молекулярных систем. Временные корреляционные функции и транспортные коэффициенты.

#### 10. Основы кристаллографии

Принцип плотной упаковки. Волновой вектор и сфера Эвальда, понятие обратного пространства. Элементы симметрии. Решетки Бравэ. Точечные группы. Федоровские группы симметрии.

#### 11. Рентгеновская дифракция

Рассеяние гамма-кванта на одиночном атоме. Индексы Миллера. Уравнение Брэгга-Вульфа. Уравнение Селякова-Шерера. Факторы уширения кристаллографических рефлексов. Паракристалличность.

#### 12. Светорассеяние, определение массы рассеивающей единицы и размеров молекул

Статическое и динамическое рассеяние света, второй вириальный коэффициент, молекулярно-массовое распределение. Координаты Гинье, Дебая, Зима.

#### 13. Стандартные комплексы программ для проведения молекулярно-динамических расчетов. Практические занятия

Nyperchem, GROMACS, AMBER, PUMA. Использование программ Nyperchem и PUMA. Визуализация результатов численного моделирования.

#### 14. Термический анализ, ДТА, ДСК, ТГА, ТМА, ДМА

Схемы работы приборов ДТА и ДСК, их отличия. Фазовые переходы первого и второго рода в полимерах. Определение температуры стеклования методами ДТА и ДСК. Определение термодинамических параметров полимеризации. Определение термостойкости, температуры и кинетических параметров деструкции полимеров. Определение температуры стеклования, текучести, температуры размягчения, коэффициента термического расширения. Время релаксации, релаксационные переходы.

15. Численные эксперименты на различных молекулярных системах. Моделирование биологических молекул

Растворы металлов. Растворы солей. Полиэлектролиты. Малые системы. Наночастицы и нанокompозиты. Моделирование белков, ДНК, биологических мембран.

16. Электрофизические испытания, реологические исследования

Электрическая прочность. Поверхностное удельное сопротивление. Объемное удельное сопротивление. Коэффициент рассеяния. Вязкоэластичность полимеров. Модели вязкости. Кривые течения. Сдвиговое утоньшение при течении. Нулевая сдвиговая вязкость полимеров. Осцилляционные тесты. Гели и дисперсии.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Электрохимические накопители энергии и генераторы. Теория и практика**

#### **Цель дисциплины:**

- формирование у обучающихся специализированных представлений о принципах работы, истории развития, техническом устройстве известных и разрабатываемых электрохимических источников энергии.

#### **Задачи дисциплины:**

- углубление базовых и формирование специализированных знаний и представлений о принципах работы, основных процессах и их механизмах и теоретическом описании, лежащих в основе современных электрохимических источников энергии, о материалах используемых для их изготовления.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- законы, лежащие в основе работы электрохимических источников энергии (ЭХИТ);
- теоретические основы методов, используемых для характеристики ЭХИТ;
- достоинства и недостатки различных, конструкционные особенности и эксплуатационные характеристики различных ЭХИТ, материалы, использующиеся в ЭХИТ разных типов и их особенности эксплуатации;
- основные поисковые системы, базы данных и ведущие периодические издания по электрохимическим источникам энергии.

##### **уметь:**

- различать основные виды электрохимических источников энергии;
- объяснять принципы работы различных ЭХИТ, выбирать методы их характеристики, - анализировать результаты электрохимических испытаний;
- оценивать целесообразность применения ЭХИТ исходя из строения, электрохимических, химических и технических характеристик;

- анализировать научную литературу с целью выбора информации о работе, перспективах и характеристиках различных ЭХИТ, оценивать перспективы введения в эксплуатацию новых видов электрохимических источников энергии, встраивать известные источники энергии в энергетические технологические схемы.

**владеть:**

- основными электрохимическими теориями и концепциями, описывающими принципы работы ЭХИТ;
- основными электрохимическими методами характеристики ЭХИТ;
- навыками моделирования процессов, происходящих в ЭХИТ разных типов;
- навыками к интерпретации и обсуждения результатов проведенного исследования, основываясь на современной литературе по электрохимическим источникам энергии и материалам для них.

**Темы и разделы курса:**

1. Введение в курс

Структура курса "Электрохимические накопители энергии и генераторы. Теория и практика". Известные учебные материалы. Проблемы освоения. Первичные источники энергии. Невозобновляемые и возобновляемые виды источников энергии. Энергетические ресурсы. Электрохимические источники энергии. Общие представления. История возникновения.

2. Представление о характеристиках ЭХИТ

Потенциал электродов, Напряжение и ЭДС. Номинальное напряжение. Мощность. Номинальная мощность. Максимальная мощность. Допустимые параметры разряда. Напряжение заряда и разряда. Максимальный энергозапас. Типы КПД. Максимальная емкость. Удельные характеристики. Представление об электрохимическом генераторе.

3. Термодинамика и кинетика процессов в ЭХИТ. Вольтамперные характеристики

Напряжение разомкнутой цепи. Влияние природы электрода и побочных процессов на напряжение разомкнутой цепи. Вольт- и ватт-амперные характеристики ЭХИТ. Перенапряжения. Типы перенапряжений. Поляризация. Типы падения напряжения при разряде ЭХИТ и их вклады при разных токах разряда в вольтамперную кривую. Кинетические участки вольтамперной кривой. Тафелевский участок, омический участок, диффузионный участок. Характеристики кинетики электродных реакций и их влияние на ВАХ.

4. Электролизеры и гальванические элементы. Классификация

Различия между электролизером и гальваническим элементом. Получение водорода электролизным методом. Типы электролизеров. Достоинства и недостатки.

5. Первичные источники тока

Первичные источники тока. Типы, общие принципы работы, практическое применение, история развития. Литиевые батареи

6. Вторичные источники тока. Особенности аккумуляторов с воздушными электродами. Проточные батареи

Вторичные источники тока. Кислотные и щелочные аккумуляторы. Типы устройств и их применение. Электроды. Электролиты. Процессы, лежащие в основе работы. Характеристики

Литий-ионные аккумуляторы. Типы устройств и их применение. Особенности литиевых аккумуляторов. Устройство литий-ионных аккумуляторов. Электроды. Электролиты. Процессы, лежащие в основе работы. Характеристики. Литий-полимерные аккумуляторы. Постлитиевые (натрий, калий, магний) аккумуляторы. Дegradaция материалов аккумуляторов и способы ее оценки.

Аккумуляторы с воздушными электродами. Проблемы литиевых аккумуляторов с воздушными электродами. Редокс-батареи. Типы. Устройство. Катализаторы. Принципы работы. Особенности конструкции. Типичные редокс-рекции. Характеристики. Области применения.

7. Суперконденсаторы

Понятие о суперконденсаторах. Типы. Принципы работы. Виды. Режимы работы. Емкость. Параметры, влияющие на емкость. Отличие от классических конденсаторов. Тестирование суперконденсатора. Применение

8. Топливные элементы

Топливные элементы. Классификация. Общие принципы работы. Понятие о трехфазной границе. Практическое применение ТЭ, история развития. Твердополимерные топливные элементы (ТПТЭ). Принципы и условия работы. Виды топлив. Реакции. Катализаторы. Устройство. Причины деградации ТЭ. Способы оценки деградации электродов в электрохимических источниках энергии. Топливные элементы на основе органических топлив. Типы. Катализаторы. Прямые и побочные реакции. Недостатки и преимущества. Мембранно-электродный блок. Специфика. Особенности конструкции. Характеристики. Области применения. Среднетемпературные топливные элементы. Принципы работы. Основные отличия. Материалы. Рабочие диапазоны температур. Мембранно-электродный блок. Специфика. особенности конструкции. Характеристик. Области применения.

ТОТЭ (Твердооксидные ТЭ). Принципы работы. Основные отличия. Материалы. Рабочие диапазоны температур. Мембранно-электродный блок. Специфика. Характеристики. Коэффициент температурного расширения. Особенности конструкции. Области применения.

Биотопливные элементы. Типы. Принципы работы. Основные отличия. Материалы. Рабочие режимы. субстрат и катализатор, медиатор. Мембранно-электродный блок. Специфика. Характеристики. Особенности конструкции. Области применения.



## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Явления переноса в плазме**

#### **Цель дисциплины:**

- освоение студентами фундаментальных знаний в области физики сплошных сред, изучение основных современных подходов к описанию транспорта в различных флюидах.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование базовых знаний в области физики плазмы как дисциплины, интегрирующей общефизическую и общетеоретическую подготовку физиков и обеспечивающей технологические основы современных инновационных сфер деятельности;
- обучение студентов принципам описания и расчёта переноса частиц, энергии, электромагнитного поля и других субстанций в экспериментальных установках и природных объектах;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области физики и химии плазмы в рамках выпускных работ на степень магистра.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- современные проблемы физики, химии, математики;
- теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в физике и ее приложениях;
- принципы симметрии и законы сохранения;
- новейшие открытия естествознания;
- постановку проблем физико-химического моделирования;
- о взаимосвязях и фундаментальном единстве естественных наук.

##### **уметь:**

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
- использовать вероятностные модели для конкретных процессов и проводить необходимые расчеты в рамках построенной модели;
- моделировать процессы и анализировать модели с использованием информационных технологий;
- планировать оптимальное проведение эксперимента.

**владеть:**

- научным методом как исходным принципом познания объективного мира;
- методологией выбора адекватных методов исследования (наблюдений, теоретических и экспериментальных методов исследований);
- системным анализом;
- логикой в научном творчестве;
- научной картиной мира;
- математическим моделированием физических задач.

**Темы и разделы курса:**

1. Базовое уравнение лучистого энергопереноса

Этапы прохождения света сквозь среду. Основное уравнение лучистого переноса в общем случае и в равновесной плазме. Установление равновесия излучения с веществом. Общее решение задачи в базовом варианте.

2. Базовое уравнение электронной магнитной гидродинамики (ЭМГ)

Двужидкостная гидродинамика и вмороженность ротора обобщённого импульса. Базовые уравнения ЭМГ. Ограничения на параметры модели. Энергия, импульс и вектор Пойнтинга в этом приближении. Зависимость эффектов от геометрии.

3. Выход за пределы диффузионной парадигмы

Эффект скоррелированного сноса. Специфика нестационарной конвекции. Роль пространственной размерности в стохастике. Примеры недиффузионных режимов, номенклатура процессов.

4. Глобальное описание лучистого транспорта

Излучение однородного плоского слоя. Проблемы спектра: излучение в узком диапазоне, неоднородная нагретость. Усреднённое описание объёмного излучения. Диффузия в оптически толстой среде.

#### 5. Диссипация в идеальных течениях

Стационарные течения «без просвета». Проблемы с бездиссипативным описанием. Нагрев плазмы и движение ионов. Тензор удельного сопротивления плазмы: магнетосопротивление и эффект Холла. Трёхкомпонентная среда.

#### 6. Диффузионные модели конвективного турбулентного транспорта

Специфика турбулентного конвективного переноса. Стационарный двумерный случай и «затравочная» диффузия. Две теоремы и понятие эффективной диффузии. Три точно решаемые модели. Общий одномасштабный случай, фракталы.

#### 7. Излучение/поглощение в дискретном спектре

Сечение поглощения в линиях. Максимально возможное излучение и минимальный росселандов пробег. Циклотронное излучение, его запираение. Ток Брагинского-Пиза в задаче о z-пинче.

#### 8. Недиффузионные блуждания квантов

Специфика блуждания в линиях. Уравнения в дробных производных. Притягивающая автомодельность и «забывание». Особенности процесса и его связь с матстатистикой.

#### 9. Особенности излучения в корональной плазме

Корональное равновесие по возбуждениям. Максимально возможное излучение для «богатых» электронных остовов. Доплеровское уширение линий. Другие механизмы уширения.

#### 10. Понятие об ЭМГ-сопротивлении

ЭМГ-повышение диссипации. «Эффективная проводимость» с формальной и полевое представление ЭМГ-сопротивления. Универсальная формула  $30 \text{ u/c Ом}$ . Мелкомасштабные флуктуации концентрации и мезоскопическое усреднение. Геометрические эффекты.

#### 11. Приближение лучистой теплопроводности

Нелинейное уравнение диффузии. Автомодельные решения. Влияние гидродинамического движения. «Сквозное» описание лучистых потерь.

#### 12. Пучки заряженных частиц в плазме

Генерация пучков в диодах, релятивизм. Пучки в плазме, соотношение кинетических и полевых составляющих энергии и импульса частиц. Дрейфовое движение в сильноточном пучке, кинетика. Диффузные и скинированные пучки-пинчи. Усиление взаимодействия со средой.

#### 13. Роль излучения в термоядерном горении

Критерий Лоусона. Универсальность параметра. Понятие о детонации как физическом явлении, ядерная и термоядерная детонация. Использование лучистой энергии для термояда.

#### 14. Роль инерции электронов в ЭМГ-явлениях

Размер и роль инерции при генерации малых масштабов в ЭМГ. Нетривиальность двумерных стационарных течений при общем законе вмероженности. Задача о скине, конвективные волны и ЭМГ-сопротивление с учётом инерции электронов. Инжекция пучков в плазму: дополнительная конвекция и эффект объёмного «размораживания».

#### 15. Специфика гидродинамического описания сплошных сред

Уравнения гидродинамики. Законы сохранения. Вмероженность. Магнитная гидродинамика заряженной жидкости. Связь с кинетикой.

#### 16. Специфика описания фотонного газа

Кинетическое описание квантов. Кинетика и термодинамика чёрного излучения. Причины равновесности, влияние плазмы. Классификация процессов излучения, поглощения и рассеяния.

#### 17. Статистика и модели развитой турбулентности

Турбулентность с широким инерционным интервалом, закон Колмогорова-Обухова. Относительная диффузия и закон Ричардсона. Усреднение по реализациям. Специфика статистики. Размешивание лагранжевых инвариантов.

#### 18. Тормозное излучение/поглощение

Тормозное излучение, стандартный вывод. Отличия в физике при малых и больших частотах. Суммарная интенсивность излучения и пробеги. Макроскопический подход к задаче. Связь процессов рассеяния электронов с излучением.

#### 19. Фоторекомбинационное излучение и фотоэффект

Фоторекомбинационное излучение VS тормозного. Сечение фотоэффекта. Значения и различия. Малые параметры фоторекомбинации и корональное равновесие. Роль диэлектронной рекомбинации.

#### 20. Фундаментальность закона вмероженности

Механическая подоплёка вмероженности. Физические примеры, классические и квантовые. Двумерный случай: потоковая функция и скобка Пуассона. Бездиссипативная ЭМГ в двумерных геометриях: стационарные течения.

#### 21. Эволюция магнитного поля в модели ЭМГ

Динамика магнитного поля в среде с обычным законом Ома. Нестационарный снос в ЭМГ, определяющие параметры и роль диссипации. Задача о скине: точные решения и простые аналогии. Вектор Пойнтинга и общий баланс энергии. Зависимость от геометрии – тонкие плёнки.

#### 22. Элементарные процессы в плазме с участием электронов и фотонов

Элементарные процессы возбуждения и излучения. Различные типы ионизационного равновесия. «Подавленность» обратных процессов в плазме. Диэлектронная рекомбинация. Аппроксимационные формулы для  $z$  и «эффективные» показатели адиабаты. Томсовновское рассеяние, эффекты когерентности.

## **Аннотации к рабочим программам дисциплин.**

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы**

### **Язык, цивилизация и мышление: связи и разрывы**

#### **Цель дисциплины:**

Дисциплина направлена на формирование представления о связи языка с мышлением с одной стороны и с цивилизацией – с другой. Эти знания необходимы для специалиста, по существу, в любой гуманитарной области: лингвистика не только дала гуманитарным наукам свой теоретический аппарат (речь идёт в первую очередь о структурной лингвистике), но и сама в XXI веке стала междисциплинарной областью, поскольку объект её изучения – язык – оказался связующим звеном в изучении мышления и познании цивилизационных процессов.

#### **Задачи дисциплины:**

- Знание о трансформации коммуникативного процесса под влиянием новых технологий;
- Знание об общем влиянии языка на восприятие мира;
- Понимание корреляции между явлениями "язык", "культура" и "сознание";
- Понимание принципов речевого воздействия на адресата;
- Представление о номинации родственных связей в различных языках;
- Представление о принципах цветообозначения в различных языках;
- Представления об обозначении времени и пространства в различных языках;
- Владение стратегиями эффективной коммуникации;
- Знание основной типологии речевых конфликтов;
- Знание основных принципов рациональной коммуникации.

#### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- историю развития лингвистической антропологии;
- основные достижения лингвистической антропологии;
- основные понятия и предмет лингвистической антропологии;

- основные методы и приёмы анализа языковых сообществ, принятые в лингвистической антропологии.

**уметь:**

- определять взаимосвязь языка и мышления;
- выявлять особенности влияния языка на культуру;
- выявлять особенности влияния цивилизационных процессов на язык;
- определить тип устройства различных систем счисления, систем родства, систем цветообозначения.

**владеть:**

- навыками описания различий в категоризации окружающей действительности различными языками;
- методами доказательства влияния языка на индивидуальное и массовое мышление;
- принципами демонстрации конкретных категориальных различий языков мира;
- принципами решения самостоятельных антропологических и лингвистических задач;
- находить взаимосвязь, устанавливать зависимость и описывать структуру в предложенных.

**Темы и разделы курса:**

1. Что изучает лингвистическая антропология?

Суть лингвистической антропологии, её задачи и основные термины. Понятие об антропологии. Физическая, социальная, культурная и лингвистическая антропология. Различия между лингвистической антропологией, антропологической лингвистикой, этнолингвистикой, лингвокультурологией, социоллингвистикой, теорией межкультурной коммуникации.

2. Язык, мышление и культура

Идеи Вильгельма фон Гумбольдта и других европейских философов. Антропология Франца Боаса. Этнолингвистика. Гипотеза лингвистической относительности (гипотеза Сепира–Уорфа): её появление, развитие, критика и возвращение интереса к ней. Частные проявления гипотезы лингвистической относительности: классификация цветов, концептуализация времени.

3. Временно-пространственные отношения в различных языках

Традиционное европейское ориентирование, стороны света и антропоцентризм. Ориентирование по естественным географическим объектам. Ориентирование по артефактам

4. Механизм овладения языком и обучение животных

Принципы овладения языком в процессе социализации. Проблема обучаемости животных коммуникации с человеком.

#### 5. Цвет, форма и материал в различных языках

Обозначение цвета в языках мира. Базовые цвета. Современные исследования в области цветообозначений.

#### 6. Отражение в языке родственных отношений

Различные типы семей в разных культурах и цивилизациях. Наименования сиблингов и родственников по линиям отца и матери в разных языках и культурах.

#### 7. Язык и принципы восприятия мира

Как знание одного или нескольких языков влияет на восприятие мира. Особенности формирования отдельных грамматических категорий. Влияние языковых паттернов на механизмы познания мира.

#### 8. Социализация в многоязычной среде: внутренняя речь и билингвизм

Механизмы формирования речи. Связь между мышлением и речью. Явления билингвизма и диглоссии.

#### 9. Разговор о языке, мышлении и культуре

Дискуссия о взаимосвязи языка, культуры и мышления с учетом национального и культурного контекста.

#### 10. Коммуникация и новые коммуникативные пространства

Интернет и влияние мультимедийного пространства на коммуникацию.

#### 11. Язык и кооперация: функции вежливости в языке

Теория вежливости. Позитивная и негативная вежливость. Понятие «социального лица». Семейный этикет.

#### 12. Язык и конфронтация: речевая агрессия и массовая коммуникация

Лингвистическая (не)вежливость и ее функции. Основные роли участников конфликта. Стратегии ведения и выхода из конфликта.

#### 13. Язык и власть: политический дискурс

Язык и политика. Язык пропаганды. Новояз.

#### 14. Разговор о политкорректности

Власть языка и язык власти. Что такое "политкорректность" и её функции.