

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ливанов Дмитрий Викторович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 01.07.2024 10:23:07  
Уникальный программный ключ:  
c6d909c49c1d20311a7e0156c4a5a51e7372a30f

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии

### 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: электроника и квантовые технологии**

### **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 лично 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: электроника и квантовые технологии**

### **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: электроника и квантовые технологии**

### **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: электроника и квантовые технологии**

### **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). Хранящая 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: электроника и квантовые технологии**

### **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: электроника и квантовые технологии**

### **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: электроника и квантовые технологии**

### **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: электроника и квантовые технологии**

### **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 миропонимания 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: электроника и квантовые технологии**

### **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: электроника и квантовые технологии**

### **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: электроника и квантовые технологии**

### **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, возраст, социальный класс. Власть, социальный контроль и функции гнева (Т. Кемпер). Правила выражения гнева (Дж. Аверилл). Открытый и скрываемый 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: электроника и квантовые технологии**

### **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: электроника и квантовые технологии**

### **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: электроника и квантовые технологии**

### **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 сиюминутности. 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: электроника и квантовые технологии**

### **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: электроника и квантовые технологии**

### **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: электроника и квантовые технологии**

### **Волоконно-оптические усилители**

#### **Цель дисциплины:**

• обучение студентов основам построения и принципам работы волоконно-оптических сетей связи. Знакомство с оборудованием для тестирования и построения линий связи. Изучение систем спектрального уплотнения каналов. Изучение современных оптических эрбиевых усилителей, используемых в магистральных линиях связи, а также системах кабельного телевидения.

#### **Задачи дисциплины:**

- освоение студентами технологий, используемых в современных волоконно-оптических сетях связи;
- развитие интереса к разработкам новых типов эрбиевых усилителей;
- обучение навыкам расчета оптических усилителей для современных магистральных ВОЛС.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- назначение и область применения волоконно-оптических усилителей (ВОУ);
- основные элементы конструкции ВОУ;
- компоненты и принципы работы современных волоконно-оптических сетей связи.

##### **уметь:**

- рассчитывать проектные участки сети на основе данных об оптических потерях и величины хроматической дисперсии.

##### **владеть:**

- теоретическими основами построения и организации DWDM сетей;
- знаниями в области современных сетей связи.

## **Темы и разделы курса:**

### **1. Волоконно-оптические усилители**

Роль усилителей в проектировании ВОЛС. Активное волокно. Редкоземельные ионы иттербий и эрбий, структура уровней, сечения поглощения и люминисценции. Волоконно-оптические усилители на основе активных волокон, легированных иттербием и эрбием. Основные параметры современных усилителей для DWDM сетей. Шум-фактор. GFF-фильтры .

### **2. Кабельное телевидение**

Аналоговые сигналы, принципы обработки. Ключевые элементы. Усилители для кабельного телевидения.

### **3. Нелинейные эффекты в ВОЛС**

Основные нелинейные эффекты в ВОЛС: Рамановское рассеяние, рассеяние Мандельштама-Бриллюэна, фазовая самомодуляция, фазовая кросс-модуляция, четырёхволновое смешение. Влияние нелинейных эффектов на передачу информации.

### **4. Приемно-передающие устройства**

Транспондеры для ВОЛС. Источники оптического излучения, используемые в телекоммуникациях. Лазерные диоды с распределенной обратной связью. Приемники оптического излучения. PIN и APD фотодиоды. Чувствительность приемника на разных скоростях работы. Модуляторы оптического сигнала. Модулятор на основе интерферометра Маха-Цандера. Скорость работы современных модуляторов.

### **5. Протоколы передачи информации**

Синхронная и асинхронная связь Протоколы передачи информации SDH/SONET/10GE.

### **6. Рамановские усилители**

Рамановские волоконно-оптические усилители. Рамановский конвертор. Методы включения рамановских усилителей в волоконно-оптические линии связи.

### **7. Системы избыточного кодирования FEC**

Помехоустойчивое кодирование FEC. Стандарт OTN.

#### 8. Современные волоконно-оптические линии связи

Принципы построения и организации современных сетей оптической связи. Ключевые компоненты: транспондеры, усилители, мукспондеры, пассивные оптические элементы. Основы расчета и проектирования сетей.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **Диагностика и мониторинг плазменных технологий микро и наноэлектроники**

#### **Цель дисциплины:**

ознакомление слушателей с теоретическими и экспериментальными основами реализации квантовых вычислений, а также изучение специальных вопросов квантовой механики, теории квантовых алгоритмов и связи, квантовой коррекции ошибок. Рассматриваются основные направления экспериментальных исследований, ориентированные на реализацию принципов обработки квантовой информации. Разбираются как уже существующие, так и новейшие квантовые схемы, разрабатываемые в ходе проектирования элементной базы полномасштабных квантовых компьютеров.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение слушателями базовых знаний в области современной квантовой теории информации;
- приобретение слушателями базовых знаний в области современной экспериментальной квантовой информатики;
- освоение навыков критического анализа конкретных моделей полномасштабных квантовых компьютеров;
- подготовка слушателей к проектированию простейших квантовых сетей, пониманию физических основ процессов, обеспечивающих выполнение квантовых вентилей и алгоритмов, к их моделированию и оптимизации;
- стимулирование самостоятельной работы слушателей с оригинальными работами, публикующимися в отечественных и зарубежных научных журналах.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

Основные принципы квантовых вычислений; общую структуру квантового компьютера; существующие квантовые алгоритмы факторизации, поиска и моделирования; отличия квантового компьютеринга от классического; основные проблемы, возникающие при разработке элементной базы квантовых компьютеров и квантовых сетей, и способы их решения; преимущества и недостатки существующих прототипов квантовых компьютеров.

**уметь:**

решать элементарные квантовомеханические уравнения, описывающие динамику одного и двух кубитов; оценивать время выполнения квантовых операций (тактовую частоту кубита и регистра) и времена потери когерентности для конкретной физической реализации квантового компьютера; представлять основные элементы квантовых вентилях, операций, транспортировки информации, телепортации, коррекции ошибок в виде квантовых схем.

**владеть:**

методом вторичного квантования для квантового-полевого описания кубитов и управляющих импульсов; методами составления уравнений для учета квантовых диссипативных процессов в квантовых битах; основами квантовой схемотехники.

**Темы и разделы курса:****1. История квантовых вычислений и основные задачи квантовой информатики.**

История квантовых вычислений и основные задачи квантовой информатики. Экскурс в историю квантовой механики и классической информатики. Предпосылки, обусловившие возникновение идеи квантовой обработки информации. Разбиение вычислительных задач по классам сложности. Определения и термины квантовой информатики. Основные цели и задачи квантовой информатики. Критерии ДиВинченцо, определяющие пригодность физической системы для построения квантового компьютера. Принципиальная схема архитектуры квантового компьютера. Примеры физической реализации элементов квантовых вычислений.

**2. Квантовый бит и основные однокубитные вентили.**

Формализация описания состояния и эволюции квантового бита (кубита) в рамках матричного подхода. Способы представления квантового состояния кубита при помощи, а) бинарных столбцов, б) дираковских кэт- и бра-обозначений и в) параметризации на сфере Блоха. Способы представления однокубитных вентилях при помощи, а) двурядных матриц, б) проекционных операторов Дирака и в) операторов поворота на сфере Блоха. Основные однокубитные вентили и их связь с матрицами Паули. Произвольный однокубитный вентиль как комбинация элементарных операторов поворота. Пример физической реализации и математического описания вентиля NOT на двухуровневом атоме.

**3. Основные двух- и многокубитные вентили. Алгоритм Дойча.**

Формализация описания состояния и эволюции двухкубитной системы в рамках матричного подхода. Основные двух- и многокубитные вентили. Теорема о существовании универсального набора квантовых вентилях. Пример физической реализации и математического описания двухкубитного вентиля CNOT. Принципиальная схема

квантового регистра. Двоичная система представления целых чисел и ее использование для загрузки чисел в базисные состояния квантового регистра. Квантовый параллелизм. Квантовый генератор случайных чисел. Алгоритм Дойча для одношаговой идентификации бинарной функции.

#### 4. Чистые, смешанные и запутанные состояния. Квантовая телепортация.

Определение и критерий чистых и смешанных состояний квантовой системы. Редукция матрицы плотности составной системы. Определение запутанного состояния квантовой системы. Количественная оценка меры запутанности для двух кубитов. Базис Белла. Сверхплотное кодирование и передача квантовой информации. ЭПР-парадокс и неравенства Белла. Квантовая телепортация.

#### 5. Квантовое преобразование Фурье и алгоритм факторизации (алгоритм Шора).

Алгоритм Копперсмита реализации квантового преобразования Фурье. Элементы теории чисел. Задача о факторизации больших целых чисел. Эффективный квантовый алгоритм факторизации Шора. Криптография с открытым ключом. Взлом RSA-криптосистем при помощи алгоритма Шора. Пример реализации алгоритма Шора на 15-кубитном фотонном чипе.

#### 6. Квантовый алгоритм поиска (алгоритм Гровера).

Задача эффективного поиска в неструктурированной базе данных. Алгоритм поиска Гровера. Квантовый оракул, итерация Гровера и их геометрическая интерпретация. Структура квантового процессора, реализующего алгоритм поиска.

#### 7. Квантовое моделирование.

Фейнмановский подход к построению квантового компьютера. Система двухуровневых частиц (спинов) как квантовый симулятор. Вычисление собственных значений и моделирование квантовой динамики одномерной частицы. Принципы моделирования квантовых фазовых переходов газа поляритонов в рамках модели Джейнса-Каммингса-Хаббарда.

#### 8. Потеря когерентности в квантовых компьютерах.

Неунитарный подход к описанию открытых квантовых систем. Основные понятия об уравнениях Линдблада и Ланжевена. Взаимодействие квантового компьютера с окружением и потеря когерентности. Математическая модель потери фазовой когерентности двухкубитной системой. Точность воспроизведения квантовых операций при наличии диссипации и дефазировки.

#### 9. Коррекция квантовых ошибок. Квантовые коды.

Коррекция ошибок в классическом и квантовом битах. Мажоритарная коррекция. Классификация квантовых ошибок. Трехкубитные коды для исправления амплитудной и фазовой ошибок. Девятикубитный код Шора с измерением синдрома для диагностики и коррекции произвольной ошибки. Пассивные и активные способы подавления квантовых шумов. Теорема о помехоустойчивых квантовых вычислениях.

#### 10. Квантовый компьютер на оптических фотонах.

Схемы инициализации и способы кодировки квантовой информации в пространственную и поляризационную степени свободы фотона. Элементы теории фазовращателей, светоделителей и ячеек Керра. Основные однокубитные квантовые вентили. Квантовая электродинамика в оптических резонаторах. Представление об искусственной нелинейной среде, создаваемой атомом в резонаторе-ловушке, для организации нетривиальных двухкубитных операций.

#### 11. Квантовые вычисления на ионах в ловушках.

Ионы и ионные кристаллы в ловушках Пауля. Принципы доплеровского и нерезонансного охлаждения ионов. Квантовые вычисления на ионах в ловушках. Экспериментальная реализация CNOT на одиночном ионе бериллия. Примеры реализации твердотельных чипов с ионными ловушками.

#### 12. Сверхпроводниковые КЭД-резонаторы и кубиты.

Зарядовые, фазовые и флюксоидные кубиты на сверхпроводниках. Физические принципы работы и математическая модель простейшего зарядового кубита. Способы кодирования и обработки квантовой информации в зарядовом кубите и трансмоне. Копланарный сверхпроводящий резонатор как система-посредник между двумя удаленными кубитами. Элементы микроволновой трансмиссионной спектроскопии и рефлектометрии.

Перспективы масштабирования сверхпроводниковых сетей.

### 13. Наноэлектромеханические системы и квантовая информатика.

Представление о микро- и наноэлектромеханических системах (НЭМС). Примеры применения НЭМС в качестве кантилеверов, мостиков-детекторов механического смещения и масс-спектрометров в современной наноэлектронике. Основные направления исследований по применению НЭМС в квантовой информатике. Гибридные системы на основе НЭМС. Когерентный обмен одиночным квантом между мостиком и фазовым кубитом. Спектроскопия, термометрия и томография НЭМС.

### 14. Оптоэлектромеханика и квантовая информатика.

Взаимодействие света с квантовыми механическими системами. Световое давление. Примеры оптоэлектромеханических систем (ОЭМС). Принципиальная схема и теоретическое описание квантовых ОЭМС. Охлаждение, спектроскопия и реализация режима сильного взаимодействия в ОЭМС. Примеры гибридных систем для квантовых вычислений, включающие ОЭМС.

### 15. Квантовые точки в фотонных структурах и квантовая информатика.

Пространственное квантование носителей заряда в низкоразмерных наноструктурах. Типы квантовых точек (КТ). Пространственная локализация электромагнитного поля и фотонные резонаторы (ФР). Взаимодействие КТ и ФР. Принципы реализации квантовых вычислений с пространственными, спиновыми и экситонными степенями свободы электронов в КТ. Схема масштабируемых квантовых сетей на основе КТ, имплантированных в ФР.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **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: электроника и квантовые технологии**

### **Интеграция технологических процессов микро и нанoeлектроники**

#### **Цель дисциплины:**

- формирование специальных знаний в области практической технологии микро-нанoeлектроники, о физических и химических основах проведения технологических и контрольно-измерительных операций в микро-нанoeлектронике, о физических и технических принципах конструктивного исполнения технологического оборудования, используемого в микро-нанoeлектронике, о принципах разработки физической структуры изделий микро-нанoeлектроники и технологических процессах их изготовления.

#### **Задачи дисциплины:**

- рассмотрение физических и химических основ проведения технологических операций в микро и нанoeлектронике;
- рассмотрение физических параметров, определяющих условия проведения технологических операций в микро и нанoeлектронике;
- рассмотрение влияния физических параметров технологических операций на параметры физической структуры изделий микро и нанoeлектроники при их изготовлении;
- рассмотрение влияния параметров технологических операций на физические параметры изделий микро и нанoeлектроники;
- рассмотрение принципов разработки режимов проведения технологических операций в микро и нано электронике;
- рассмотрение основных принципов разработки технологических процессов изготовления изделий микро и нанoeлектроники;
- рассмотрение принципов построения основных видов технологического оборудования в практической микро и нанoeлектронике;
- рассмотрение влияния параметров технологического оборудования на параметры физической структуры изделий микро и нанoeлектроники при их изготовлении в условиях технологической линии.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

**знать:**

- физические и химические основы технологических операций в микро и нанoeлектронике;
- физические параметры характеризующие технологические операции;
- технические и физические основы конструктивного исполнения технологического оборудования;
- влияние физических параметров технологических операций на параметры физической структуры элементной базы и изделий в целом в микро и нанoeлектронике.

**уметь:**

- разрабатывать основные режимы технологических операций. Разрабатывать технологические процессы;
- проводить анализ влияния физических параметров технологических операций на параметры физической структуры изделий микро и нанoeлектроники;
- применять статистические методы анализа для оценки качества проведения технологических процессов;
- планировать и проводить эксперименты при разработке технологических процессов микро и нанoeлектроники.

**владеть:**

- первичными навыками разработки технологических операций и технологических процессов микро и нано электроники;
- первичными навыками работы на технологическом оборудовании;
- основными методами анализа оценки качества технологических операций и технологических процессов;
- основными методами проведения экспериментов при разработке технологических процессов микро и нанoeлектроники.

**Темы и разделы курса:**

1. Вводная лекция по курсу «Основы технологии микро и нанoeлектроники».

Основные технологические операции и их назначение в микро и нано электронике.

Базовый технологический процесс и его разновидности в микро и нанoeлектронике.

Основные принципы разработки базового технологического процесса в микро и нанoeлектронике. Чистые производственные помещения. Основные принципы разработки среды проектирования в микро и нанoeлектронике.

2. Процессы ЖХО в маршруте изготовления ИМС.

Влияние уровня интеграции на количество жидкостных химических обработок по маршруту. Распределение общего количества процессов жидкостных химических обработок по функциональному назначению. Источники и природа загрязнения кремниевых пластин и методы подготовки поверхности. Микрочастицы: механизмы осаждения микрочастиц в воздушных и жидких средах. Металлы: классификация, влияние на выходные характеристики изготавливаемых приборов, методы анализа. Органические загрязнения: влияние на измеряемые параметры изготавливаемых изделий, влияние на состояние поверхности, влияние на рост слоёв при химическом осаждении из газовой фазы.

3. Различные стратегии проведения жидкостных очисток пластин и удаления конкретных загрязнений.

Основные способы удаления микрочастиц, металлических и органических загрязнений. Общая последовательность процесса жидкостной очистки. Процессы жидкостного химического травления кремниевых пластин. Контроль качества (по остаточной толщине слоя, по линейным размерам, визуальный контроль). Основные характеристики процесса травления. Сравнение процессов жидкостного и плазмохимического травления.

4. Удаление полимерных остатков после проведения процессов плазмохимического травления.

Визуальный контроль с помощью оптических методов. Коррозионные циклы. Особенности процессов удаления полимерных остатков в цикле формирования транзисторной структуры. Особенности удаления полимерных остатков в цикле металлизации (Al). Удаление микрочастиц и процессы очистки без использования химических реактивов. Назначение процессов гидромеханической очистки. Различные технологии проведения гидромеханической очистки: обработка струёй, обработка с помощью мегазвуковой энергии, очистка с использованием щёток, очистка с помощью распыления.

5. Обзор оборудования для процессов ЖХО.

Принципы работы ванны с рециркуляцией химреактива. Принципы работы промывных ванн. Техника безопасности и охрана труда при проведении ЖХО. Совместимость применяемых химических реактивов и потенциальные риски смешивания. Количество потребляемых жидких химических реактивов в современном микроэлектронном производстве. Экскурсия в ЧПП для ознакомления с оборудованием ЖХО.

6. Диэлектрические слои в технологии УБИС.

Применение и функции различных диэлектрических слоев в физической структуре кристаллов УБИС. Физико-химические основы процессов, модели формирования и основные характеристики диэлектрических слоев. Промышленное оборудование для осаждения диэлектрических слоев.

7. Физические основы оптической литографии.

Формирование «воздушного изображения» топологического рисунка. Контактная фотолитография и ее варианты («жесткий» контакт, «мягкий» контакт, «зазор»). Проекционная фотолитография. Оптическая изображающая система. Дифракция света на элементах оптической маски («фотошаблона»). Проекционные объективы. Получение «воздушного изображения» на «выходном зрачке» проекционного объектива с уменьшением. Параметры проекционных объективов. Числовая апертура (N.A.),

разрешающая способность и глубина фокуса. Системы освещения. Когерентность освещения и частичная когерентность. «Внеосевое» и «аннулярное» освещение.

#### 8. Оптические проблемы проекционной литографии.

Оптические aberrации проекционной системы. Дефокусировка. Изофокальная точка изображения. Глубина фокуса. Формирование воздушного изображения проекционными системами «степперов» и «степ-сканеров». Векторная природа света и формирование «воздушного изображения» в поляризованном свете. «Иммерсионная» фотолитография.

#### 9. Формирование изображения в фоторезисте.

«Стоячие волны» и «боковая» (латеральная) засветка фоторезиста. Светопоглощающие («окрашенные») фоторезисты. Нижнее антиотражающее покрытие. Верхнее антиотражающее покрытие. Контрастоусиливающие слои. Уравнения и параметры Дилла (Dill). Моделирование процессов литографии.

#### 10. Фоторезисты.

«Обычные» позитивные и негативные фоторезисты. Фотохимические и химические процессы в фоторезистах при экспонировании светом и термообработке после экспонирования. Кинетика экспонирования. Измерение ABC параметров Дилла. Фоторезисты с «химическим усилением». Фотохимические реакции при экспонировании и термообработке фоторезистов с «химическим усилением». Влияние атмосферных молекулярных загрязнений на чувствительность «химически усиленных» фоторезистов. Химические реакции, катализируемые фотогенерируемой кислотой. Диффузия фотокислоты и деблокирование растворения полимерной основы

#### 11. Проявление фоторезистов.

Кинетика проявления. Влияние молекулярно-массового распределения полимерной основы фоторезистов на их чувствительность и кинетику проявления. Влияние температуры и нормальности проявителя на процесс проявления позитивных фоторезистов. Контраст проявления. Угол наклона боковых стенок проявленного рельефа.

#### 12. Контроль и измерение параметров качества проявленного рельефа маски из фоторезиста.

Контроль формы профиля и критических размеров (CD) элементов маски из фоторезиста. Влияние погрешностей фокусировки изображения на форму профиля и CD. Контроль и измерение погрешностей совмещения топологических слоев. Метки (реперы) совмещения. Амплитудные и фазовые метки. Постоянные и послойные метки. Защита меток при нанесении и травлении последующих слоев. «Окно» допусков фотолитографического процесса. Построение матрицы «фокус – доза экспонирования».

#### 13. Способы улучшения разрешающей способности процесса фотолитографии (RET).

Разрешающая способность литографии. Уравнение Рэлея. Оптимизация формы элементов маски. Коррекция эффекта «оптической близости» (Optical proximity correction - OPC). Оптимизация угла падения света на маску. Внеосевое освещение (Off-axis illumination). Добавление фазовой информации к амплитудной информации маски. «Фазосдвигающие маски» - (Phase-Shift Mask – PSM). «Сильный» («альтернатный») фазовый сдвиг. Фазовый конфликт. Двойное экспонирование. «Слабый» («аттенюатный») фазовый сдвиг. Технологические проблемы изготовления OPC и PSM фотошаблонов.

#### 14. Оборудование фотолитографии.

«Трековые линии» для подготовки поверхности, нанесения, термообработки и проявления фоторезиста. Кластерные комплексы автоматизированных «трековых линий» и установок совмещения и экспонирования. Контактные установки совмещения и экспонирования. Совмещение и экспонирование «на зазоре» (Proximity). Установки проекционного совмещения и экспонирования с мультипликацией («степперы»). Проекционное экспонирование со сканированием изображения («сканеры»). Установки комбинированного экспонирования с мультипликацией и сканированием изображения («степ-сканеры»). Иммерсионные системы.

#### 15. Техничко-экономические показатели фотолитографического оборудования и производства.

Среднее время наработки на отказ (MTBF) и на оперативное вмешательство («помощь» - MTBA). Показатель загрузки оборудования (Utilization). Себестоимость фотолитографического производства (Cost of ownership – COO). Срок окупаемости капитальных затрат.

#### 16. Особенности ионной имплантации и ее применение в технологии микроэлектроники.

Физические основы ИИ. Схематический маршрут формирования активной структуры ИС с использованием ИИ. Достоинства и недостатки использования ИИ в технологическом маршруте изготовления ИС. Методы контроля имплантированных слоев.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **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: электроника и квантовые технологии**

### **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: электроника и квантовые технологии**

### **Квантовая радиофизика**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение основ квантовой радиофизики.

#### **Задачи дисциплины:**

- изучение основ классической и квантовой обработки информации;
- изучение методов описания взаимодействия электромагнитных волн с поляризуемыми и намагничиваемыми средами;
- изучение базовых принципов построения квантовых компьютеров, квантовых систем связи и квантовых сенсоров.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- методы классической и квантовой обработки информации: спектрального и корреляционного анализа, основные законы лежащие в основе взаимодействия электромагнитных волн с веществом, а также различные платформы квантовых технологий.

##### **уметь:**

- количественно рассчитывать спектральные и корреляционные характеристики классических и квантовых сигналов.

##### **владеть:**

- теоретическими моделями и методами описания, используемыми в квантовых технологиях.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Основы теории сигналов

Классические и квантовые технологии. Функциональные блоки классической и квантовой систем связи. Теория сигналов. Спектральное представление сигналов. Примеры вычисления спектров сигналов. Теорема Котельникова.

Основы теории цепей и четырехполюсников. Операторные методы в теории цепей. Анализ переходных процессов в цепях с  $1/2$  степенью свободы. Анализ переходных процессов. Примеры применения качественных методов в системах с  $1/2$  степенями свободы.

Анализ переходных процессов в цепях с 1, 1.5 и 2 степенями свободы. Фазовые траектории динамических систем. Автоколебания. Хаотические колебания.

## 2. Операторные методы описания радиотехнических цепей

Анализ систем с распределенными параметрами. Телеграфное уравнение. Волновое уравнение. Дисперсия. Распространение волн в линейных и нелинейных средах.

Статистические методы анализа колебательных процессов. Корреляционный анализ сигналов. Прохождение детерминированных и случайных сигналов через цепи с сосредоточенными и распределенными параметрами.

## 3. Экскурс в квантовую теорию

Основы квантовой радиофизики. Постулаты квантовой механики. Свойства операторов наблюдаемых величин. Описание ансамблей частиц с помощью матрицы плотности. Зонная теория твердого тела.

Электрические дипольные переходы. Уравнение для матрицы плотности. Линейное взаимодействие электромагнитного поля с веществом. Квантовые усилители и генераторы.

Магнитные дипольные переходы. Уравнения Блоха. Пара-, ферро-, ферри- и антиферромагнетики. Магнитный резонанс. Кривая гистерезиса. Эффект Фарадея.

## 4. Нелинейное взаимодействие ЭМ-волн с веществом

Плазма. Кинетические уравнения. Плотность тока и средняя энергия носителей заряда в плазме. Электродинамические параметры намагниченной плазмы. Циклотронный резонанс.

Нелинейные радиофизические эффекты и их применение. Кубические и квадратичные нелинейные эффекты. Нелинейные явления в плазменных средах.

## 5. Квантовые технологии

Основы квантовых вычислений. Простейшие квантовые вентили. Кубиты и курегистры. Интерферометры. Перепутанные состояния. Декогеренция.

Теория квантовых измерений. Проекционные измерения. Квантовые вычисления. Обзор различных реализация квантовых кубитов.

Квантовые алгоритмы. Квантовая телепортация. Квантовый параллелизм. Квантовое преобразование Фурье и его применение.

Квантово-усиленные решения проблем в системах связи. Квантовый аналог теоремы Котельникова. Поиск в неупорядоченной базе данных. Квантовое многопользовательское кодирование. Квантовый взлом кода. Квантовое распределение ключа.

Квантовые сенсоры. Обзор основных тенденций квантовых технологий. Заключение.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **Квантовое моделирование наносистем**

#### **Цель дисциплины:**

- изложение принципов и методов компьютерного моделирования твердотельных наносистем, основанных на квантовании движения электронов и фотонов.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение слушателями базовых знаний в области современных методов численного расчета квантовых устройств, выработка умения анализировать различные методы компьютерного моделирования на предмет выявления их преимуществ и недостатков;

- обучение слушателей принципам составления компьютерных программ, реализующих основные алгоритмы моделирования твердотельных систем;

- стимулирование самостоятельной работы слушателей с оригинальными работами, публикующимися в отечественных и зарубежных научных журналах.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные алгоритмы компьютерного моделирования твердотельных систем, их преимущества и недостатки;

- принципы разработки компьютерных программ на современном программном обеспечении, реализующих основные алгоритмы моделирования твердотельных систем.

##### **уметь:**

- разрабатывать компьютерные программы, реализующих основные алгоритмы моделирования твердотельных систем;

- наглядно представлять полученные результаты с помощью современного графического программного обеспечения и мультимедийной аппаратуры;

- пользоваться необходимой учебной и научной литературой для решения задач квантовой теории информации.

**владеть:**

- основными методами компьютерного моделирования твердотельных систем;
- навыками использования современных программных средств для выполнения расчетов.

**Темы и разделы курса:****1. Моделирование транспорта электронов через резонансно-туннельные наноструктуры**

1.1. Нахождение волновой функции электрона в резонансно-туннельной наноструктуре на основе решения уравнения Шредингера.

1.2. Вычисление зависимости коэффициента прохождения от энергии налетающих на структуру электронов.

1.3. Определение энергии резонансных уровней и их ширин в зависимости от параметров структуры.

**2. Моделирование квантовомеханического поведения электронов в квантовых ямах и квантовых точках**

2.1. Нахождение волновой функции электрона в квантовой яме (квантовой точке) на основе решения уравнения Шредингера.

2.2. Определение энергетического спектра квантовой ямы (квантовой точки) в зависимости от параметров структуры и приложенного к ней напряжения смещения.

**3. Моделирование прохождения фотонов через полупроводниковые оптические наноструктуры**

3.1. Нахождение электромагнитного поля в полупроводниковой оптической микроструктуре на основе решения уравнений Максвелла.

3.2. Вычисление зависимости коэффициента пропускания от длины волны налетающих на структуру фотонов.

3.3. Определение резонансных длин волн и добротности структуры в зависимости от ее параметров.

#### 4. Моделирование спектра простейших одномерных оптических резонаторов

4.1. Нахождение электромагнитного поля в одномерном оптическом микрорезонаторе на основе решения уравнений Максвелла.

4.2. Определение оптического спектра резонатора в зависимости от его параметров.

#### 5. Моделирование спектра микродисков

5.1. Нахождение электромагнитного поля в оптическом микродиске на основе решения уравнений Максвелла.

5.2. Определение оптического спектра микродиска в зависимости от его параметров.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **Квантово-химическое моделирование в нанoeлектронике**

#### **Цель дисциплины:**

Курс "Квантово-химическое моделирование в нанoeлектронике" предусматривает изучение теоретических основ квантово-механического моделирования, освоение ключевого функционала программного пакета «Quantum Espresso» и формирование компетенций для его практического применения для задач нанoeлектроники.

#### **Задачи дисциплины:**

- изучить теоретические основы теории функционала плотности и метода псевдопотенциалов;
- освоить работу с базами кристаллографических данных и псевдопотенциалов;
- научиться составлять, модифицировать и верифицировать кристаллографическое описание объемных структур, структур с поверхностью и/или нестехиометрического состава для входных файлов программного пакета «Quantum Espresso»;
- научиться выполнять расчёты самосогласованного поля, равновесной кристаллографической структуры и зонной структуры в программном пакете «Quantum Espresso» и с применением вспомогательных утилит;
- изучить перспективы применения методов квантово-механического моделирования в нанoeлектронике.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- теоретические основы квантово-механического моделирования и область его применимости;
- основные функции программного пакета «Quantum Espresso»;
- перспективы применения методов квантово-механического моделирования в нанoeлектронике.

##### **уметь:**

- работать с базами кристаллографических данных и псевдопотенциалов;
- составлять, модифицировать и верифицировать кристаллографическое описание объемных структур, структур с поверхностью и/или нестехиометрического состава для входных файлов программного пакета «Quantum Espresso»;
- выполнять расчёты самосогласованного поля, равновесной кристаллографической структуры и зонной структуры в программном пакете «Quantum Espresso» и с применением вспомогательных утилит.

**владеть:**

- навыками интерпретации кристаллографического описания объемных структур, структур с поверхностью и/или нестехиометрического состава;
- навыками постановки экспериментов с применением квантово-механических расчётов;
- навыками обработки и интерпретации выходных данных, получаемых в программном пакете «Quantum Espresso».

**Темы и разделы курса:**

1. Введение в квантово-механическое моделирование

Предпосылки к разработке квантово-механического моделирования. Область применения квантово-механического моделирования. Перспективы использования квантово-механического моделирования в задачах современной нанoeлектроники.

2. От уравнения Шрёдингера к теории функционала плотности

Основные свойства комплексных чисел. Базовые понятия квантовой механики: волновая функция и уравнение Шрёдингера. Гамильтониан нерелятивистской системы в приближении Борна-Оппенгеймера. Теорема Хоэнберга-Кона.

3. Метод псевдопотенциалов и введение в программный пакет «Quantum Espresso»

Генерирование и анализ структуры файла кристаллографической информации в формате cif. Анализ структуры файла псевдопотенциалов. Генерирование, анализ структуры, модификация и верификация входного файла для расчёта самосогласованного поля в «Quantum Espresso».

4. Генерация входного файла для расчёта самосогласованного поля бездефектной объёмной структуры

Понятие граничной энергии псевдопотенциалов. Расчёт самосогласованного поля для различных граничных энергий псевдопотенциалов в режиме «scf». Построение зависимости энергии от граничной энергии псевдопотенциалов и определение граничного значения. Понятие импульсной сетки. Определение импульсной сетки минимального размера.

5. Определение граничной энергии и размера импульсной сетки расчёта бездефектной объёмной структуры

Особенности режимов «relax» и «vc-relax» для расчёта равновесного положения атомов. Верификация равновесной кристаллографической структуры.

6. Расчёт равновесного положения атомов в механически свободной кристаллографической бездефектной объёмной структуре

Особенности режимов «relax» и «vc-relax» для расчёта равновесного положения атомов в механически напряжённых структурах. Задание параметров механического воздействия.

7. Расчёт равновесного положения атомов в механически напряжённой кристаллографической бездефектной объёмной структуре

Особенности режимов «relax» и «vc-relax» для расчёта равновесного положения атомов в механически напряжённых структурах. Задание параметров механического воздействия.

8. Генерация файлов для расчёта зонной структуры бездефектного объёмного материала

Понятие точечной симметрии. Точки высокой симметрии.

9. Расчёт зонной структуры бездефектного объёмного материала

Особенности расчётов в режиме «bands». Построение зонной структуры. Определение ширины запрещённой зоны.

10. Генерация и верификация входного файла для структур с поверхностью

Особенности кристаллографического описания поверхности. Проверка симметрии файла с поверхностью.

11. Определение минимальной толщины вакуума для расчёта структур с поверхностью

Эффект взаимного влияния. Расчёт суммарной энергии структур с различной толщиной вакуума. Оценка минимальной толщины вакуума для исключения эффекта взаимного влияния поверхностей.

12. Определение граничной энергии и размера импульсной сетки расчёта структур с поверхностью

Особенности определения размера импульсной сетки для расчёта структур с поверхностью. Сравнение граничных энергий для объёмной структуры и структуры с поверхностью. Оценка поверхностной энергии.

13. Генерация входного файла для расчёта самосогласованного поля нестехиометрической структуры

Модификация и верификация входного файла для расчёта самосогласованного поля нестехиометрической структуры в «Quantum Espresso».

14. Определение граничной энергии и размера импульсной сетки расчёта нестехиометрической структуры

Сравнение граничных энергий и размера минимальной импульсной сетки для объёмной нестехиометрической структуры.

15. Расчёт равновесного положения атомов в механически свободной кристаллографической нестехиометрической структуре

Особенности режимов «relax» и «vc-relax» для расчёта равновесного положения атомов в механически свободной кристаллографической нестехиометрической структуре.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **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: электроника и квантовые технологии**

### **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: электроника и квантовые технологии**

### **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: электроника и квантовые технологии**

### **Магнетизм**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение физики магнитоупорядоченных сред: ферро-, ферри - и антиферромагнетиков;
- изучение статистической физики магнетонного газа и его взаимодействие с внешними полями; формализма среднего поля и методов определения его точности;
- изучение задач, связанных с динамикой изолированных спинов; эффекта Ландау-Зенера и некоторых эффектов, важных для физики ядерного магнитного резонанса.

#### **Задачи дисциплины:**

- познакомить студентов с основными понятиями и идеями в этой области, с постановкой задач и подходами к их решениям. Предполагается, что, прослушав этот курс, студенты смогут читать и понимать текущую научную периодику в этой области.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные понятия по теме дисциплины.

##### **уметь:**

- пользоваться развитыми в рамках дисциплины методами исследования, решать задачи по теме дисциплины.

##### **владеть:**

- математическим и понятийным аппаратом и методами исследований, составляющими содержание дисциплины.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Обменное взаимодействие.

Спиновая природа спонтанной намагниченности (замораживание орбитального момента). Гамильтониан Гайзенберга. Магнитоупорядоченные диэлектрики: ферро-, антиферро- и ферримагнетики.

2. Магнитодипольное взаимодействие.

Размагничивающие факторы. Кристаллографическая анизотропия.

3. Доменная структура в ферромагнетиках.

Оценка размеров полосковых доменов.

4. Магноны в магнетиках.

Роль магнитодипольного взаимодействия в низкочастотной части спектра. Магноны в антиферромагнетиках. Оценка квантовых поправок к спонтанной намагниченности при низких температурах.

5. Низкотемпературная термодинамика ферромагнетиков.

Газ невзаимодействующих магнонов. Статические и динамические продольные и поперечные корреляторы и восприимчивости. Расходимости магнонных чисел заполнения в двумерных магнетиках в отсутствие внешнего поля.

6. Взаимодействие магнонов.

Гамильтониан магнон-магнонного взаимодействия в ферромагнетиках (трех- и четырехчастичные слагаемые).

Кинетическое уравнение и оценка магнонных времен релаксации.

7. Магнетики в переменных внешних полях.

Ферромагнитный резонанс и параметрическая неустойчивость магнонов.

8. Магнетики с сильной одноосной анизотропией.

Классическая модель Изинга. Приближение среднего поля и последовательное вычисление поправок к нему для модели Изинга при конечной температуре в ферромагнитной фазе (подход Вакса-Ларкина).

9. Метод функционального интеграла для квантовых магнетиков.

Изложение метода. Примеры применения.

10. Ферромагнетизм в металлах.

Косвенный обмен: РККИ -- цепочка.

11. Магнитные примеси в металлах.

Высшие порядки теории возмущений в кинетике. Эффект Кондо и оценка температуры перехода в непроводящую фазу.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **Математическое моделирование микро- и наносистем**

#### **Цель дисциплины:**

• повышение уровня математического образования студентов при одновременном укреплении навыков их абстрактно-логического и ассоциативно-философского мышления и ознакомлении с практикой математического моделирования, которое дифференцируется от прикладной математики и технического исполнения вычислительных экспериментов. С учетом специфики кафедры функциональной наноэлектроники сделан акцент на применение методов математического моделирования в предметной области технологии.

#### **Задачи дисциплины:**

- изучение математического базиса наиболее значимых средств формализации и средств численного моделирования;
- овладение студентами навыками систематического мышления, в частности, при концептуализации технологии микро- и наноэлектроники;
- выработка опыта в самостоятельном исследовании сложных систем и явлений.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- специфику математического моделирования в отношении физического, в отношении численных методов, в отношении прикладной математики;
- методы концептуального проектирования;
- математические основы метода конечных элементов, клеточных автоматов и генетических алгоритмов.

##### **уметь:**

- классифицировать компоненты математической модели;
- проводить процедуры обезразмеривания и идентификации параметров;
- правильно ставить вычислительный эксперимент.

**владеть:**

- обобщенными пакетами (MATLAB);
- современными методами научной визуализации;
- САПР мультифизики (COMSOL).

**Темы и разделы курса:**

1. Роль моделирования в науке.

Физическое и математическое моделирование. Взаимодействие с прикладной и чистой математикой. Абстрагирование и идеализация.

2. Типовой маршрут математического моделирования.

Классификации математических моделей (ММ). Предметная зависимость ММ.

3. Элементы системного анализа.

Системный подход к изучаемому объекту. Системная организация процесса моделирования. Иерархия моделей.

4. Структура современной математики.

Применение матриц и тензоров в науке. Качественная теория дифференциальных уравнений. Спектральные и операторные методы. Теория оптимального управления.

5. Фундаментальные понятия вычислительной математики.

Конечные разности. Виды погрешностей. Метрические пространства. Точность аппроксимации, сходимости и устойчивость. Явные и неявные схемы. Эмпирический характер численных методов.

6. Типичные задачи и методы вычислительной математики.

Методы интерполяции и экстраполяции. Линейные уравнения. Поиск собственных значений матриц. Решение задачи Коши для ОДУ. Решение алгебраических уравнений и градиентные методы поиска экстремумов. Краевые задачи для уравнений математической физики.

7. Методы построения сеток в симуляторах.

Конечные разности на треугольных сетках. Сплайны. Метод конечных элементов.

8. Нейросетевые модели.

Модели клеточных автоматов. Введение в теорию нейронных сетей. Генетические алгоритмы и их связь с обучением нейронной сети. Методы типа Монте-Карло.

9. Обзор общецелевых математических пакетов САПР.

Символьные вычисления в Maple. Пакет Mathematica. Пакет MATLAB. Пакет FEMLAB. Пакет MathCad.

10. Программные аспекты реализации модели на ЭВМ.

Роль интерфейса. Проверка корректности алгоритмизации с помощью тестовых примеров.

11. Проблема идентификации параметров модели. Методы верификации и оптимизации.

Экспертные оценки. Введение «подгоночных» коэффициентов. Учет погрешности эксперимента.

12. Планирование вычислительного эксперимента. Прагматический подход к математическому моделированию.

Причины неудач моделирования. Проверка адекватности модели. Генерация и оформление нового научно-технического знания.

13. ММ микро- и нанoeлектроники.

Модели аналоговых и логических элементов. Элементы системотехники. Языки моделирования SPICE и VHDL. Макромодели.

14. ММ в физике и химии.

Обтекание газом крыла самолета. Солитоны. Исследование химических реакций. Элементы квантово-химического моделирования.

15. ММ в биологии, генетики и экологии.

Модели типа «хищник-жертва». Модели дрейфа генов. Имитационное моделирование города (по Дж. Форрестеру).

16. ММ в гуманитарных науках.

Модель межотраслевого баланса Леонтьева. Модели в психологии/антропологии и социологии.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **Методы печатной электроники**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение физико-химических свойств наноразмерных объектов для печатной электроники.

#### **Задачи дисциплины:**

- знакомство с основными типами наноразмерных объектов;
- изучение поведения наноразмерных объектов в разных средах;
- физико-химические свойства наноразмерных объектов, их применения в электронике и фотонике.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- классификацию наноразмерных объектов, теорию их поведения и методы измерения основных параметров в разных средах, физико-химические свойства основных типов наноразмерных объектов и их применения в электронике и фотонике.

##### **уметь:**

- определять параметры структуры и физико-химических свойств наноразмерных объектов, рассчитывать эффекты их применения в устройствах электроники и фотоники.

##### **владеть:**

- теоретическими моделями и методами измерений, используемыми для расчётов параметров структуры и физико-химических свойств наноразмерных объектов.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Общие понятия о наноразмерных объектах

Понятие нанобъекта, наноматериала, нанотехнологии. Физические причины специфики наночастиц и наноматериалов.

## 2. Структурные и размерные характеристики наноразмерных объектов

Объемные наноструктурированные материалы. Нанокластеры, наночастицы, нанопорошки.

Многослойные наноплёнки, многослойные наноструктуры, многослойные нанопокрyтия. Функциональные (умные) наноматериалы. Фуллерены и их производные нанотрубки.

Биологические и биосовместные материалы. Наноструктурированные жидкости: коллоиды, гели, взвеси, полимерные композиты. Нанокompозиты.

## 3. Наноразмерные объекты в разных средах

Общие физико-химические свойства и поведение наноразмерных объектов в разных средах.

## 4. Основные типы наноразмерных объектов, применяемые в электронике и фотонике

Фотонные кристаллы. Оптические волокна с фотонно-кристаллической структурой.

Полупроводниковые наноструктуры и наноустройства. Лазеры на квантовых эффектах.

## 5. Применения наноразмерных объектов

Применения наноразмерных объектов в устройствах электроники и фотоники.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **Моделирование технологических процессов**

#### **Цель дисциплины:**

- ознакомление студентов магистратуры с методологией математического моделирования в области технологии формирования и функционирования актуальных микро- и наноструктурных элементов интегральных схем и отдельных приборных структур, овладение ими современных знаний в области концепций, принципов построения и методов использования математических, физических и компьютерных моделей для целей развития элементной базы микро- и нанoeлектроники. Необходимость изучения курса обусловлена требованиями развития технологии микро- и нанoeлектроники: моделирование дает ключ к пониманию физики процессов, путей их оптимизации, исследованию возможностей и перспектив, позволяет осуществлять диагностику, контроль и управление процессами. Такие сложные и многофакторные процессы, как осаждение и рост тонких пленок, корпускулярно-оптические процессы формирования качественных наноструктур, процессы травления, имплантации, диффузии, окисления, химико-механической планаризации, процессы электромиграции и механической деградации, определяющие надежность и долговечность систем металлизации, двухслойных и многослойных интерфейсов, стехиометрический состав и дефектность тонкопленочных элементов приборных структур, на современном этапе развития микроэлектроники в принципе “невнедряемы” без моделирования. В настоящее время математическое моделирование является не только неотъемлемой и составной частью развития технологии микро- и нанoeлектроники на всех этапах проектирования и изготовления СБИС, но и представляет собой опережающий фактор инновационного процесса, позволяя при относительно небольших затратах времени и материальных ресурсов разработать, оптимизировать и внедрить требуемые технологии или, что особенно существенно в области субмикро- и нанолитографии, принимать экономически и технологически обоснованные решения о модернизации или замене существующей технологической базы. Ввиду практической важности математического моделирования для дальнейшего развития элементной базы микро- и нанoeлектроники, его незаменимости при разработке, совершенствовании, оптимизации и внедрении технологических процессов формирования и функционирования элементов и приборных структур СБИС, соответствующих исследовательских установок и технологического оборудования, а также при исследовании и оптимизации процессов, определяющих долговечность и надежность работы элементов интегральных схем, необходима подготовка специалистов, владеющих основами методологии математического моделирования и умеющих использовать результаты моделирования на различных этапах проектирования и создания микро- и наноструктур интегральных схем.

### **Задачи дисциплины:**

- приобретение студентами знаний о месте и роли математического моделирования в области разработки и производства современных электронных изделий, включая конкретные примеры использования результатов моделирования технологических процессов для определения перспективных путей развития электроники в субмикронной и наномикронной областях и для поиска технологий будущего;
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области моделирования основных технологических процессов создания микро- и наноструктур и элементов интегральных схем и их функционирования;
- ознакомление слушателей с основными математическими и вычислительными методами моделирования, используемыми для анализа и оптимизации технологических процессов, нано- и микроструктур элементов интегральных схем путем построения адекватных физических, химических, механических моделей технологического процесса;
- приобретение знаний об основных пакетах прикладных программ моделирования, их возможностях и границах применимости, методах проведения численных экспериментов, анализа их результатов и методах оптимизации моделируемых процессов, структур, технологического оборудования;
- приобретение навыков в применении методов математического моделирования при исследовании новых, ранее неиспользованных технологических методов и методик.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

#### **знать:**

- цели и задачи математического моделирования основных технологических процессов как составной части развития элементной базы микро- и наноэлектроники; этапы развития методов моделирования основных процессов, их классификация, главные требования к физическим и компьютерным моделям; типы вычислительных моделей и компьютерных экспериментов;
- последовательность основных технологических процессов производства СБИС, иерархию моделей этой последовательности; требования к результатам моделирования;
- теоретические основы математического моделирования процессов микро- и наноэлектроники, включая необходимые сведения из физической и химической кинетики, основы метода Монте-Карло и метода молекулярной динамики в применении к задачам моделирования процессов и структур микро- и наноэлектроники;
- области применимости и возможности использования различных методов моделирования;
- модели процессов фотолитографии, EUV-литографии, рентгеновской литографии и основные результаты моделирования для этих процессов;
- модели процессов электронной и ионной литографии и основные результаты статистического моделирования этих процессов;

- модели процессов имплантации, диффузии, окисления, отжига, травления, осаждения, химико-механической планаризации и основные результаты моделирования этих процессов;
- модели роста, адгезионной прочности, деградации и разрушения тонкопленочных приборных структур и элементов металлизации ИС;
- перспективные технологии ИС в глубокой нанометровой области, подходы к их моделированию и оценке перспектив.

**уметь:**

- применить основные формулы и соотношения физической кинетики для описания технологических процессов;
- применять методы стохастического моделирования и методы молекулярной динамики для описания технологических процессов;
- использовать методы моделирования литографических процессов для анализа скрытого изображения и проявленных структур;
- анализировать разрешающую способность различных литографических схем и установок;
- использовать результаты численного моделирования процессов фотолитографии, рентгеновской и EUV – литографии для анализа основных характеристик получаемых микроструктур и их оптимизации;
- использовать методы моделирования процессов электронной и ионной литографии для анализа скрытого изображения и проявленных структур;
- использовать модели процессов имплантации, диффузии, окисления, отжига, травления, осаждения, химико-механической планаризации и основные результаты моделирования этих процессов для их оптимизации и поиска перспективных методик и режимов;
- применять модели роста, адгезионной прочности, деградации и разрушения тонкопленочных приборных структур и элементов металлизации ИС к конкретным практическим ситуациям; Использовать результаты моделирования для повышения надежности и долговечности элементов ИС.

**владеть:**

- основными общими методами моделирования технологических процессов и навыками их применения к процессам фотолитографии, рентгеновской и EUV – литографии;
- навыками расчета этапов экспонирования и проявления в процессах фотолитографии, рентгеновской и EUV – литографии;
- методами использования методов математического моделирования для анализа возможностей фотолитографических установок, перспективных литографических методик и оптических схем;
- навыками применения статистических методов моделирования к процессам корпускулярной литографии;

- методами расчета этапов экспонирования и проявления в процессах электронной и ионной литографии;
- навыками применения моделей процессов имплантации, диффузии, окисления, отжига, травления, осаждения, химико-механической планаризации и основных результатов моделирования этих процессов для их оптимизации и поиска перспективных методик и режимов;
- навыками использования моделей роста, адгезии интерфейсов, деградации и разрушения тонкопленочных приборных структур и элементов металлизации ИС к исследованию отказов элементов ИС;
- навыками использования результатов моделирования для анализа надежности и долговечности элементов ИС;
- представлениями о перспективных путях развития микро- и нанoeлектронных технологий.

### **Темы и разделы курса:**

1. Цели и задачи математического моделирования процессов микро- и нанoeлектроники  
Описание основных технологических процессов.
2. Развитие методов математического моделирования  
Изменение технологических норм; первичные понятия о моделях отдельных процессов, их классификация.
3. Математическое моделирование  
Теоретические основы математического моделирования технологических процессов.
4. Микрокинетические подходы  
Микрокинетические подходы при моделировании технологических процессов микроэлектроники.
5. Макрокинетические подходы  
Макрокинетические подходы при моделировании технологических процессов микроэлектроники.
6. Спецметоды  
Специальные методы математического моделирования технологических процессов микроэлектроники.
7. Литографические процессы и системы, используемые в микро- и нанoeлектронике  
Классификация, характеристики, разрешающая способность; методы моделирования и оптимизации.
8. Фотолитография  
Моделирование процессов фотолитографии.
9. Математическое моделирование в литографии

Анализ перспективных методов фотолитографии с помощью математического моделирования.

10. EUV – литография

Моделирование EUV – литографии.

11. Рентгенолитография

Моделирование рентгенолитографического процесса.

12. Корпускулярная литография

Моделирование процессов корпускулярной литографии.

13. Ионная имплантация

Моделирование процесса ионной имплантации.

14. Термоокисление кремния

Моделирование процесса термического окисления кремния.

15. Диффузия в кремнии

Моделирование процессов диффузии в кремнии.

16. Отжиг

Моделирование процессов термического отжига.

17. Травление, осаждение

Моделирование процессов травления и осаждения.

18. Тонкие пленки, полученные методом CVD

Моделирование процесса получения тонких пленок методом CVD.

19. Адгезионная прочность

Моделирование адгезионной прочности интерфейсов.

20. Процессы деградации

Моделирование процессов деградации и разрушения элементов металлизации ИС.

21. Химико-механическая планаризация

Моделирование процесса химико-механической планаризации (CMP).

22. Технологии межсоединений

Роль моделирования при выявлении преимуществ и недостатков перспективных технологий межсоединений.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **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 выработать 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: электроника и квантовые технологии**

### **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: электроника и квантовые технологии**

### **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 Булле. 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: электроника и квантовые технологии**

### **Нелинейная оптика**

#### **Цель дисциплины:**

- формирование у слушателей понимания теоретических основ современной нелинейной оптики для последующего использования полученных знаний на практике при разработке нелинейно-оптических устройств для квантовых оптических систем.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение слушателями фундаментальных теоретических знаний по нелинейной оптике;
- приобретение слушателями навыков применения методов нелинейной оптики для исследовательских целей и решения конкретных практических задач в области оплотехники;
- формирование у слушателей представлений о перспективах развития нелинейной оптики.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные теоретические методы, используемые в нелинейной оптике;
- характеристики нелинейно-оптических материалов и устройств;
- нелинейно-оптические эффекты при распространении лазерного излучения в различных средах.

##### **уметь:**

- применять методы нелинейной оптики к решению конкретных практических задач оплотехники;
- делать оценки и расчеты для нахождения необходимых параметров среды и поля;
- ориентироваться в периодической литературе и отыскивать необходимые данные;
- правильно излагать результаты исследований.

**владеть:**

- понятиями и определениями, принятыми в нелинейной оптике;
- представлениями о характере взаимодействия лазерного излучения с веществом.

**Темы и разделы курса:****1. Предмет нелинейной оптики. Классификация нелинейно-оптических эффектов**

1.1. Предмет нелинейной оптики, и история ее развития. Классификация оптических эффектов. Когерентные и некогерентные нелинейно-оптические эффекты.

1.2. Генерация гармоник. Смещение частот.

1.3. Вынужденное рассеяние. Нелинейное поглощение света. Эффекты самовоздействия.

**2. Уравнения Максвелла – Лоренца в среде. Феноменологическое описание оптических восприимчивостей**

2.1. Уравнения Максвелла – Лоренца в среде. Нелинейный отклик среды. Нелинейная поляризация. Разложение поляризации по степеням поля и классификация нелинейно-оптических эффектов на его основе.

2.2. Феноменологическое описание оптических восприимчивостей. Тензоры оптических восприимчивостей. Перестановочные соотношения.

2.3. Генерация второй гармоники на основе интегрального подхода.

2.4. Свойства симметрии оптических сред. Кристаллы с регулярной доменной структурой (РДС).

**3. Метод медленно меняющихся амплитуд. Стационарные укороченные уравнения**

3.1. Метод медленно меняющихся амплитуд. Стационарные укороченные уравнения. Среды с квадратичной нелинейностью. Трехфотонные взаимодействия.

3.2. Система стационарных укороченных уравнений. Генерация второй гармоники (ГВГ) в приближении заданного поля.

3.3. Фазовый (волновой) синхронизм и методы его реализации. Волновая расстройка.

3.4. Генерация суммарных и разностных частот в квадратично-нелинейных средах. Основные решения в приближении заданного поля.

3.5. Уравнения для медленно меняющихся амплитуд и фаз. Уравнения для действительных амплитуд и фаз. Захват фазы.

3.6. Точное решение для генерации второй гармоники.

3.7. Параметрическое усиление. Параметрический генератор света (ПГС). Перестройка частоты.

3.8. Однорезонаторный и двухрезонаторный ПГС. Параметрический генератор встречной волны.

4. Нестационарные укороченные уравнения. Второе приближение теории дисперсии

4.1. Нестационарные укороченные уравнения. Второе приближение теории дисперсии. Учет пространственной и временной дисперсии.

4.2. Уравнения для пучков и импульсов. Дифракционные эффекты. Дисперсионное расплывание импульсов.

4.3. Нестационарные параметрические эффекты. Влияние расстройки групповых скоростей. Нестационарная ГВГ.

4.4. Параметрический генератор бегущей волны. Апертурные эффекты. Параметрическое взаимодействие волн в средах с отрицательной дисперсией.

4.5. Внутррезонаторная генерация второй гармоники (ВРГВГ)

5. Четырехфотонные взаимодействия. Резонансные четырехфотонные процессы

5.1. Четырехфотонные взаимодействия. Резонансные четырехфотонные процессы.

5.2. Расчет нелинейных восприимчивостей. Условия фазового согласования сфокусированных полей.

5.3. Ограничивающие процессы: насыщение резонансного перехода, движение населенностей и связанное с ним нарушение условий синхронизма.

5.4. Параметрическое просветление и высокочастотный эффект Керра. Параметрические преобразователи на основе резонансных сред.

5.5. Генерация третьей гармоники. Ап конверсия.

6. Вынужденное рассеяние света. Самовоздействие световых волн

6.1. Спонтанное и вынужденное комбинационное рассеяние света (СКР и ВКР). Порог ВКР.

6.2. Вынужденное рассеяние Манделъштама – Бриллюэна. Комбинационные лазеры.

6.3. Самофокусировка световых волн. Многофотонное поглощение.

6.4. Эффект обращения волнового фронта и его применение.

6.5. Спектроскопия комбинационного рассеяния.

## 7. Применение

Применение принцип нелинейной оптики в современной оплотехнике.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **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: электроника и квантовые технологии**

**Низкоразмерные электронные системы**

**Цель дисциплины:**

- изучение актуальных физических вопросов электронных свойств твердых тел.

**Задачи дисциплины:**

- изучение методов расчетов электронного спектра кристаллов;
- изучение поверхностных состояний;
- изучение топологических явлений в физике твердого тела.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

**знать:**

- методы расчета электронных свойств твердых тел;
- основные топологические свойства кристаллов.

**уметь:**

- находить электронные спектры кристаллов в простейших приближениях;
- определять основные топологические характеристики зонного спектра.

**владеть:**

- базовыми теоретическими моделями и методами расчета электронных свойств кристаллов, включая поверхностные свойства.

**Темы и разделы курса:**

1. Кристаллическая решетка и симметрии

Теорема Блоха. Обратная решетка. Квазиимпульс. Зона Бриллюэна. Зонная структура. Металлы, диэлектрики, полупроводники и полуметаллы. Плотность состояний. Статистика носителей зарядов. Обращение времени и теорема Крамерса

## 2. Методы расчета зонной структуры

Приближение сильной связи в «первичном квантовании». 1D цепочка атомов. Кр-метод (метод эффективной массы Кона-Латтинжера) для расчёта зонной структуры. Зонная структура наиболее известных полупроводников (кремний, германий, GaAs). Математический аппарат вторичного квантования для описания электронов в кристаллических решётках в приближении сильной связи. Примеры: моно- и диатомная 1D цепочка атомов, графен. Поверхностные и краевые состояния.

## 3. Основы общей топологии

Топологические пространства. Непрерывные отображения. Гомеоморфизм. Топологические инварианты и простейшие примеры. Эйлерова характеристика. Гомотопии. Основные представления о накрытиях и расслоениях топологических пространств

## 4. Топологические изоляторы в 1D

Модель полиацетиллена (1D цепочка атомов Su-Schrieffer-Heeger). Намотка. «Киральная» симметрия. «Солитоны» и краевые состояния, их устойчивость.

## 5. Черновские изоляторы

Фаза Берри и её связь с зарядовой поляризацией. Черновские изоляторы. Модель Халдейна. Представление о квантовом эффекте Холла и TKNN инварианте. Краевые состояния и их устойчивость.

## 6. Топологические изоляторы $Z_2$

Основные сведения о  $Z_2$  топологической классификации кристаллов. Модель Bernevig-Huges-Zhang. Краевые состояния в топологических изоляторах и принцип соответствия "объем-граница".

## 7. Топологические полуметаллы и другие вопросы

Представление о вейлевских и дираковских полуметаллах. Различные примеры топологических классификаций физических систем: нематические жидкие кристаллы, вихри в ферромагнетике с легкой плоскостью, дислокации в кристаллах, топология Ферми-поверхности и её устойчивость.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **Оптика наноструктур**

#### **Цель дисциплины:**

Целью дисциплины «Оптика наноструктур» является формирование базовых знаний по спектроскопии полупроводниковых и металлических наноструктур для дальнейшего использования в физике конденсированного состояния и других смежных дисциплинах естественнонаучного содержания; формирование кругозора в физике низкоразмерных систем, исследовательских навыков и способности применять знания на практике.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование у обучающихся базовых знаний по физике низкоразмерных электронных систем;
- формирование базовых знаний по оптическим методам исследования свойств наноструктур;
- формирование умений и навыков применять полученные знания для решения задач в физике наноструктур и взаимодействии света с электронной подсистемой твердых тел, самостоятельного анализа полученных результатов.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные определения физики конденсированного состояния;
- характеристики энергетического спектра носителей в системах различной размерности (3,2,1,0), законы дисперсии электронов в полупроводниковых наноструктурах различного типа;
- гамильтониан взаимодействия электромагнитной волны с электронной системой, вывод соотношений для вероятности межзонного и межподзонных оптических переходов электронов в кристаллах, правила отбора для таких переходов;
- принципы оптической ориентации спинов носителей в полупроводниковых структурах;
- дисперсионные соотношения и параметры связанных состояний для экситонов Ванье-Мотта в полупроводниках, представление об экситонных поляритонах;

- идею и отличительные свойства основных оптических методик – фотолюминесценции, неупругого рассеяния света, спектроскопии поглощения;
- основные соотношения теории Ми для поверхностных резонансов металлических наночастиц, механизм усиления рамановского рассеяния света на металлических наночастицах;
- основные методы исследования полупроводниковых квантовых точек.

**уметь:**

- решать одночастичные задачи об энергетическом спектре электронов в низкоразмерных системах;
- выводить законы дисперсий квазичастиц в периодических сверхрешетках;
- выводить аналитические выражения для диэлектрической функции полупроводниковых кристаллов в области межзонных и межподзонных переходов;
- анализировать поведение коэффициента оптического поглощения в окрестности особых точек энергетического спектра электронных зон;
- вычислять порог оптического поглощения для полупроводниковых наноструктур разной размерности в зависимости от основных зонных параметров;
- выводить соотношения для коэффициента поверхностного усиления рамановского рассеяния на сферических металлических наночастицах.

**владеть:**

- математическим аппаратом квантовой механики электронов в кристаллических структурах;
- математическим аппаратом электродинамики.

**Темы и разделы курса:**

1. Размерное квантование

Композитные полупроводниковые материалы. Гетероструктуры. Гетеропереходы I и II рода. Квантовая яма. Квантовый барьер. Квантовая проволока. Квантовая точка. Сверхрешетка. Низкоразмерные электронные и дырочные системы. Уравнение Шредингера в приближении эффективной массы. Блоховская волновая функция электрона. Граничное условие Бастарда. Размерное квантование энергетического спектра. Подзона размерного квантования. Метод матриц переноса. Энергетический спектр электронов в периодической сверхрешетке. Нормальные и соленоидальные электромагнитные поля в оптических сверхрешетках. Поверхностные поляритоны.

2. Оптические переходы между зонами и подзонами

Плотность энергетических состояний носителей в системах различной размерности. Гамильтониан взаимодействия света с электронной системой. Вероятность перехода электрона между состояниями под действием света. Законы сохранения и правила отбора при оптических межзонных и внутризонных переходах электронов в полупроводниковых кристаллах. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Связь коэффициента экстинкции с полной вероятностью оптических переходов. Соотношения Крамерса-Кронига.

### 3. Связь оптических констант с зонными параметрами полупроводника

Дипольно разрешенные и запрещенные оптические переходы. Связь полной вероятности оптического перехода с комбинированной плотностью состояний. Аналитическое поведение оптических констант вблизи особых точек энергетического спектра электронов. Особенности Ван-Хова. Точки минимума, максимума и седловые точки. Связь спектра межзонного и межподзонного поглощения с особенностями зонной структуры полупроводника. Переходы между минизонами в сверхрешетках.

### 4. Экситоны и магнитоэкситоны

Экситоны Ванье-Мотта. Объемные, двумерные и квазидвумерные экситоны. Боровский радиус трехмерных и двумерных экситонов. Энергия связи и дисперсия экситонов. Экситонный вклад в спектр межзонного поглощения полупроводника. Магнитоэкситоны. Диамагнитный сдвиг энергии экситонов. Диамагнитные экситоны. Энергия связи диамагнитных экситонов. Экситонные эффекты в спектрах отражения и пропускания. Отражение света от одиночной квантовой ямы вблизи экситонного резонанса.

### 5. Экситонные поляритоны

Концепция экситонных поляритонов. Экситонные поляритоны в структурах с периодическим набором квантовых ям. Брэгговские зеркала. Квантовые микрорезонаторы. Дисперсия фотонов в квантовом микрорезонаторе. Частота Раби для экситонных поляритонов. Закон дисперсии двумерных экситонных поляритонов. Представление о Бозе-Эйнштейновской конденсации двумерных экситонных поляритонов.

### 6. Фотолюминесценция полупроводников. Принципы оптической ориентации спинов носителей. Неупругое рассеяние света.

Представление о спектроскопии фотолюминесценции твердых тел. Принципы оптической ориентации спинов свободных носителей в полупроводниках. Матричные операторы возмущения циркулярно поляризованным светом для межзонных оптических переходов. Уравнения кинетики для стационарного фотовозбуждения спиновых подсистем носителей. Степень спиновой поляризации. Время жизни ориентированного спина фотоэлектрона. Стационарный и нестационарный эффект Ханле. Понятие о неупругом рассеянии света. Законы сохранения в процессе рассеяния света. Осцилляторная модель рассеяния света. Двойной оптический резонанс. Изучение закона дисперсии квазичастиц методом неупругого рассеяния света.

## 7. Оптические резонансные свойства металлических наночастиц

Неупругое рассеяние света на молекулярных колебаниях. Феноменология эффекта поверхностно-усиленного рамановского рассеяния (SERS). Резонансы Ми. Электромагнитный и химический механизмы усиления SERS. Эффекты формы и размера. Локализованные поверхностные плазмоны. Связь усиления ближнего поля с параметрами металла. Применения SERS.

## 8. Оптические методы исследования квантовых точек

Размерное квантование электронных и фононных возбуждений квантовых точек. Поглощение света и фотолюминесценция квантовых точек.

Оптические методы исследования ансамблей квантовых точек. Экспериментальные методики исследования одиночных квантовых точек. Применения квантовых точек. Спектральные маркеры на квантовых точках.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **Основные технологические процессы микро- и наноэлектроники**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение основных технологических процессов, которые используются при изготовлении интегральных схем. В рамках данного курса изучаются основы жидкостных процессов, плазмохимического травления, плазмохимического осаждения, атомно-слоевого осаждения, ионной имплантации, процессов селективного роста с полным описанием физико-химии указанных выше процессов, специального технологического оборудования, методов контроля дефектности, качества формируемых пленок и структур, методы аналитической оценки основных физических свойств формируемых слоев.

#### **Задачи дисциплины:**

- Рассмотрение основных этапов формирования интегральных схем (ИС).
- Рассмотрение процессов жидкостно-химической очистки (ЖХО) в маршруте изготовления ИС.
- Рассмотрение процессов жидкостно-химического травления (ЖХТ).
- Рассмотрение процессов формирования диэлектрических слоев методом осаждения из газовой фазы (ПХО).
- Рассмотреть и изучить основы ионной имплантации (ИИ).
- Рассмотреть и изучить основы процесса плазмохимического травления (ПХТ).
- Рассмотреть особенности архитектуры низкоразмерных транзисторных структур, современных типов энергонезависимой памяти.
- Рассмотреть и изучить основы процесса атомно-слоевого осаждения (АСО).
- Рассмотрение перспектив развития технологии.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основы процессов ЖХО и ЖХТ;
- основы процесса ИИ;

- основы процесса ПХТ;
- основы процессов ПХО и АСО;
- основы процесса формирования медной и алюминиевой металлизации;
- основы процесса селективного осаждения;
- основные типы энергонезависимой памяти и принцип их работы.

**уметь:**

- выполнять и корректировать режимы процессов ПХТ, АСО, ПХО, ЖХТ, ЖХО, ИИ;
- проводить оптимальный подбор технологических режимов процессов ПХТ, АСО, ПХО, ЖХТ, ЖХО, ИИ;
- анализировать результаты экспериментов.

**владеть:**

- первичными навыками разработки технологических операций ПХТ, АСО, ПХО, ЖХТ, ЖХО, ИИ;
- первичными навыками работы на технологическом оборудовании ПХТ, АСО;
- основными методами анализа оценки качества технологических операций и технологических процессов.

**Темы и разделы курса:**

1. Введение

Технологическая операция. Базовый технологический процесс. Особенности производственной линии. Технологический маршрут. Классификация технологических процессов. Исходные материалы в микроэлектронике. Виды технологических операций.

2. Процессы ЖХО в маршруте изготовления ИМС. Источники и природа загрязнения кремниевых пластин и методы подготовки поверхности

Технология жидкостной очистки. Очистка RCA. Проблемы первоначальной RCA-очистки: Химическая стабильность. Источники и природа загрязнения кремниевых пластин и методы подготовки поверхности.

3. Стратегии проведения жидкостных очисток пластин и удаления загрязнений. Процессы жидкостного химического травления кремниевых пластин

Особенности процессов травления в растворах на основе HF. Особенности процессов травления в буферных травителях. Стратегии жидкостных химических очисток и удаления загрязнений с поверхности пластин. Процессы жидкостного химического травления слоёв при производстве интегральных схем. Контроль качества (по остаточной толщине слоя, по линейным размерам, визуальный).

4. Удаление полимерной высадки. Удаление микрочастиц и процессы очистки с использованием физических сил

Процессы удаления полимерных остатков после процессов плазмохимического травления слоёв. Визуальный контроль с помощью оптических методов. Коррозионные циклы. Удаление полимеров на этапе BEOL. Очистка контактов.

5. Обзор оборудования для процесса ЖХО. Техника безопасности и охрана труда при проведении ЖХО

Wet bench. Рециркуляционные ванны. Промывочные ванны. Система сушки. Сушка Марангони. Сушка при низком давлении. Химическая совместимость.

6. Оборудование и процессы электрохимического осаждения меди в технологии нанoeлектроники

Способы формирования медной металлизации: микромаршрут формирования металлизации методом двойного дамасцена. Оборудование для осаждения меди, осаждение меди по схеме «снизу-вверх». Процесс формирования медных межсоединений в кристалле: преимущества и недостатки медной металлизации, медный протокол, диффузионные барьеры, простой процесс дамасцена.

7. Диэлектрические слои в структуре субмикронных ИС

Диэлектрические слои в транзисторной структуре. Способ формирования диэлектрика оксидированием кремния. Осаждение слоев на основе оксида кремния окислением гидридов и элементоорганических соединений. Применение и функции различных диэлектрических слоев в физической структуре кристаллов УБИС.

8. Методы и оборудование для формирования слоев из газовой фазы

Формирование STI (изолирующих) областей в кремниевой подложке. Способ осаждения поликристаллического кремния. Способ осаждения слоев в высокоплотной плазме.

9. Модель CVD и механизмы образования

Физические процессы и осаждение слоев в плазме низкой и высокой плотности. Кинетическая схема процесса осаждения с термической активацией. Модели формирования и основные характеристики диэлектрических слоев.

10. Влияние отклонений технологических сред на качество диэлектрических слоев и структур ИС

Характерные виды профилей диэлектрических слоев на микрорельефе и основные факторы, определяющие их формирование. Промышленное оборудование для осаждения диэлектрических слоев.

11. Основы ионной имплантации. Профили распределения примесей. Радиационные дефекты и способы их устранения. Основные типы имплантеров и их области применения в процессе создания ИС

Области применения ионной имплантации. Назначение термического отжига, энергия активации, стадии отжига ИИ слоев. Радиационные дефекты при ионной имплантации. Способы устранения радиационных дефектов. Способы контроля дозы легирования при ИИ. Сепарация типа примеси при ИИ. Гауссово распределение пробегов ионов в мишени,

средняя величина пробега иона. Типы установок ионного легирования. Назначение установок с высокой/средней энергией пучка, высоким/средним током пучка.

12. Основы плазмохимического травления. Категории процессов травления. Повреждение структур, вызванные воздействием плазмы. Типы реакторов и основные виды оборудования для ПХТ

Низкотемпературная плазма. Основное свойство квазинейтральности. Виды электрического заряда в газе. Основные параметры, контролируемые при плазмохимическом травлении. Базовые механизмы травления. Анизотропия, загрузочный эффект. CCP и ICP реакторы – конструкция и принцип работы. Повреждения структур при процессе ПХТ. Опишите основные процессы, происходящие в плазме при плазменном травлении кремниевой пластины.

13. Низкоразмерные транзисторные структуры. Современные виды энергонезависимой памяти. High-k диэлектрики и их применение

Низкоразмерные транзисторные структуры. Современные и перспективные архитектуры транзисторов. Проблемы масштабируемости Flash-памяти. Новые типы энергонезависимой памяти. Физический принцип работы ReRAM и FeRAM памяти.

14. Основы атомно-слоевого осаждения. Кинетика зародышеобразования при нанесении пленок методом ALD. Основы селективного осаждения. Самоорганизация и влияние поверхностных состояний

Особенности процесса атомно-слоевого осаждения (АСО). Факторы, влияющие на насыщение поверхности. Механизмы хемисорбции и поверхностного насыщения в процессе АСО. Области применения АСО. Селективное осаждение. Применение SAM молекул. Поверхностная энергия и смачиваемость. Особенности при подготовке поверхности в процессе селективного осаждения.

15. Система металлизации в современных интегральных схемах. Low-k диэлектрики и их применение. Барьерные слои

Технология Dual Damascene. Особенности применения жесткой маски при травлении. Диэлектрики на этапе металлизации. Способы уменьшения диэлектрической проницаемости. Виды low-k диэлектриков. Методы осаждения low-k диэлектриков. Диэлектрическая проницаемость. Уравнение Клайзиуса-Моссотти. Проблемы интеграции пористых Low-k диэлектриков. Способы интеграции с минимизацией повреждения при ПХТ. Применение диэлектрических и металлических барьерных слоев на этапе медной металлизации. Альтернативные металлы для современных систем металлизации.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **Основы квантовой теории излучения**

#### **Цель дисциплины:**

- ознакомление слушателей с основами полупроводниковых лазеров и подготовка к изучению других специализированных курсов по квантовой электронике.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение слушателями теоретических знаний и навыков в области задач построения полупроводниковых лазеров для устройств обработки и передачи информации, для технологических применений;

- подготовка слушателей к изучению смежных дисциплин квантовой электроники.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- алгоритм построения зонных энергетических диаграмм гетеропереходов;
- условие порогового тока генерации инжекционного лазера;
- результаты расчёта мод плоского диэлектрического волновода;
- виды резонаторов полосковых инжекционных лазеров. Методы селекции основного типа колебаний инжекционного лазера;
- уравнения, связывающие количества электронов и фотонов в резонаторе (скоростные уравнения);
- тепловые явления и критерий непрерывной генерации лазера.

##### **уметь:**

- рассчитывать ширину запрещённой зоны полупроводникового твёрдого раствора в системе  $A_3^*B_5$ ;
- оценивать длину волны генерации в лазере с двухсторонней гетероструктурой с учётом квантово-размерных эффектов;

- определять параметры усиления материала активной области по экспериментальным данным измерения мощностных и спектральных характеристик;
- оценивать изменение порогового тока и эффективности излучения в зависимости от коэффициента отражения зеркал резонатора;
- рассчитывать спектральное расстояние мод Фабри-Перо составного оптического резонатора.

**владеть:**

- необходимой литературой для решения задач о расчете зонной энергетической диаграммы гетероструктур;
- навыками выбора конструкции инжекционного лазера в зависимости от режима работы, параметров излучения и области применения;
- основными методами изменения мощностных и спектральных характеристик.

**Темы и разделы курса:**

1. Материалы для полупроводниковых лазеров.

1.1. Полупроводниковые лазеры как уникальные приборы современной техники. Основные понятия р-n-переход, гетероструктура, диэлектрический волновод. История развития инжекционных лазеров.

1.2. Активная среда полупроводниковых лазеров. Лазерные уровни и ширина запрещённой зоны. Статистика электронов и дырок в полупроводниках. Зона Бриллюэна и точки экстремумов. Зонная диаграмма прямозонных и непрямозонных материалов.

1.3. Функция плотности состояний в квантово-размерной структуре. Квантовые точки. Суперрешётки. Зонная диаграмма в механически напряжённых гетероструктурах.

1.4. Полупроводниковые материалы для инжекционных лазеров. Спектральный диапазон генерации. Арсенид галлия. Материалы и твёрдые растворы в системе AlB5. Система AlAs/GaAs. Четверные соединения GaInPAs. Соединения AlInGaP для лазеров видимого диапазона. Ультрафиолетовые лазеры в системе AlGaN/GaN.

1.5. Методы выращивания гетероструктур: молекулярно-пучковая эпитаксия, рост из газовой фазы с использованием металлоорганических соединений. Жидкофазная эпитаксия. Вопросы легирования.

2. Накачка полупроводниковых лазеров.

2.1. Накачка полупроводниковых лазеров. Оптическая и электронная накачка. Инжекция через р-n-переход. Время жизни неосновных носителей. Квазиуровень Ферми.

2.2. Зонные энергетические диаграммы гетеропереходов. Разрывы зон на гетерогранице. Изотипные гетеропереходы. Двухсторонняя гетероструктура при прямом электрическом смещении. Уравнения переноса носителей.

### 3. Процессы усиления и генерации в полупроводниковых лазерах.

3.1. Процессы усиления и генерации в полупроводниках. Необходимое условие генерации. Зависимость порогового тока от параметров активного слоя и оптического резонатора.

3.2. Ватт-амперная характеристика. Экспериментальное определение параметров усиления в лазере. Экспериментальное определение спектральной зависимости усиления.

### 4. Устройство резонатора полупроводникового лазера.

4.1. Устройство резонатора. Волноводная модель плоского диэлектрического волновода. Дисперсионное уравнение для ТЕ-волн. Эффективный показатель преломления и его зависимость от толщины волновода. Проникновение волны за стенку волновода, фактор оптического ограничения и расходимость излучения. Условие одномодового режима.

4.2. Зависимость показателя преломления от ширины запрещённой зоны для AlGaAs. Типы гетероуполноводов: ОГС, ДГС, РО-ДГС. Полосковый волновод. Волноводный механизм за счёт усиления в области протекания тока. Мезаполосковый волновод.

4.3. Спектральная структура излучения полупроводниковых лазеров. Особенности получения одночастотного режима генерации. Спектр лазера с квантово-размерной активной областью. Стабилизация частоты по газовой ячейке.

4.4. Динамика излучения и скоростные уравнения. Фактор спонтанного излучения.

4.5. Составной резонатор с дополнительным селективным элементом (дифракционной решёткой). Лазер с распределённой обратной связью. Лазер с вертикальным резонатором и поверхностным выводом излучения (VCSEL). Распределённое брэгговское зеркало на волоконном световоде.

4.6. Синхронизация излучения нескольких лазеров. Оптический полупроводниковый усилитель.

### 5. Конструкции полупроводниковых лазеров.

5.1. Режимы работы и конструкции полупроводниковых лазеров. Методы измерения мощностных и спектральных характеристик.

5.2. Тепловые проблемы и непрерывный режим генерации. Катастрофическая и медленная деградация.

5.3. Линейки и решётки лазеров с повышенной мощностью излучения.

### 6. Применение полупроводниковых лазеров.

6.1. Диодная накачка твердотельных лазеров. Лазеры для ВОЛС и устройств информатики. Влияние внешней оптической связи на генерацию лазера. Применение в спектроскопии.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **Основы нанoeлектроники и ван-дер-ваальсовых материалов**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение физических законов, принципов работы и методик расчета наноразмерных приборов на основе полупроводниковых гетероструктур и новых материалов.

#### **Задачи дисциплины:**

- сформировать представление о низкоразмерных полупроводниковых структурах и ван-дер-ваальсовых материалах;
- изучить современную теорию электронных явлений в низкоразмерных полупроводниковых структурах и ван-дер-ваальсовых материалах;
- овладеть методами расчета энергетического спектра, волновых функций, а также подходами для описания туннельных процессов, в том числе в условиях кулоновской блокады;
- изучить методы и подходы к описанию электрооптических свойств ван-дер-ваальсовых материалов, таких как графен и монослои дихалькогенидов переходных металлов, а также гетероструктур на их основе.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основы теории низкоразмерных электронных систем, ван-дер-ваальсовых материалов и основ современной теории электронных явлений в них;
- методы и подходы для описания мезоскопических интерференционных эффектов, туннелирования, резонансного туннелирования, кулоновской блокады туннелирования.

##### **уметь:**

- использовать формализм Ландауэра-Бюттикера для расчета характеристик одномерных проводников.

##### **владеть:**

- представлениями об электронных и оптических свойствах ван-дер-ваальсовых материалов.

### **Темы и разделы курса:**

1. Введение. Низкоразмерные электронные системы в полупроводниковых гетероструктурах

Методы роста полупроводниковых структур. Квантовые ямы, квантовые проволоки, квантовые точки. Спектр и плотность состояний в 2D, 1D и 0D электронных системах. Баллистическая проводимость одномерных каналов. Формализм Ландауэра–Бюттикера. Точечный контакт двух проводников.

2. Туннельные явления в низкоразмерных структурах

Вероятность туннелирования под барьером. Сканирующий туннельный микроскоп. Метод матриц переноса. Резонансное туннелирование в структурах с двойным барьером и квантовой точками. Кулоновская блокада туннелирования и одноэлектронный транзистор.

3. Мезоскопические явления

Интерференция электронных волн: аналогия между оптикой и квантовой электроникой. Квантово интерференционные эффекты в системах с беспорядком. Влияние магнитного поля и эффект Ааронова-Бома в квантовых кольцах и точках.

4. Слабая и сильная локализация в низкоразмерных системах с беспорядком

Рассеяние назад в когерентных проводниках с беспорядком. Уравнение диффузии и его решение. Коэффициент и длина диффузии. Квантово-интерференционные поправки к проводимости систем с беспорядком. Подавление локализации магнитным полем.

5. Графен и другие ван-дер-ваальсовы материалы

Графен, дихалькогениды переходных металлов. Решетка, электронный спектр, киральность, фаза Берри. Электронные и оптические свойства графена и дихалькогенидов переходных металлов. Влияние деформаций. Ван-дер-ваальсовые гетероструктуры. Муаровая сверхрешетка и ее релаксация

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **Основы работы приемников оптического излучения**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение физических основ создания и работы приёмников оптического излучения.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление с принципами регистрации оптического излучения и предельными параметрами;
- изучение физических основ работы фотонных и тепловых приёмников излучения;
- ознакомление с фотоприёмными устройствами (Конструкция, системы термостатирования; и т.д.).

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- физические основы работы приёмников оптического излучения (ФП), фотоприёмных устройств (ФПУ);
- области применения ФП и ФПУ;
- предельные параметры ФП и ФПУ;
- современное состояние, научно-технические проблемы и перспективы развития ФП.

##### **уметь:**

- оценить и аргументировать применение ФП при решении конкретных задач;
- получать информацию с ФП и ФПУ и её анализировать;
- определять предельный и реально достижимый уровень параметров ФП.

##### **владеть:**

- знаниями и навыками работы с ФП и ФПУ при решении возникающих задач;

- методами проведения экспериментальных работ при поиске и создании новых типов ФП.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Общие свойства фотоприёмников

Значение и место фотоприёмников (ФП) в современной науке и технике. Особенности инфракрасной (ИК) области спектра. Физические принципы приёма оптического излучения. ФП тепловые и фотонные. Общие свойства их и различия.

#### 2. Фотонные ФПУ на основе внутреннего фотоэффекта

Параметры ФП. Режим ограничения фоновым излучением.

#### 3. Методы приёма оптического излучения

Принципиальные ограничения чувствительности ФП. Флуктуации. Связь флуктуаций с шумами ФП. Модель шумов ФП. Тепловой шум. Дробовой, токовый и избыточные шумы. Генерационно-рекомбинационный шум. Флуктуации температуры и светового потока. Минимальная обнаруживаемая мощность.

#### 4. Фотоэмиссионные фотоприёмники

Фотонные ФП на основе внутреннего фотоэффекта. Неравновесные носители заряда. Квазиуровни Ферми. Феноменологическое описание фотопроводимости. Коэффициент фотоэлектрического усиления фотопроводника. Произведение коэффициента фотоэлектрического усиления на ширину полосы фотопроводника. Режим «вытягивания носителей».

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **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 МООК. Расширение МООК 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: электроника и квантовые технологии**

### **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. Различия 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: электроника и квантовые технологии**

### **Полупроводниковые лазеры**

#### **Цель дисциплины:**

- ознакомление слушателей с основами полупроводниковых лазеров и подготовка к изучению других специализированных курсов по квантовой электронике.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение слушателями теоретических знаний и навыков в области задач построения полупроводниковых лазеров для устройств обработки и передачи информации, технологических применений.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- алгоритм построения зонных энергетических диаграмм гетеропереходов;
- результаты расчёта мод слоского диэлектрического волновода;
- виды резонаторов полосковых инжекционных лазеров;
- методы селекции основного типа колебаний инжекционного лазера;
- условие порогового тока генерации инжекционного лазера;
- уравнения, связывающие количество электронов и фотонов в резонаторе (скоростные уравнения). Тепловые явления и критерий непрерывной генерации лазера.

##### **уметь:**

- рассчитывать ширину запрещённой зоны полупроводникового твёрдого раствора в системе АЗВ5. Определять параметры усиления материала активной области по экспериментальным данным измерения мощностных и спектральных характеристик;
- оценивать длину волны генерации в лазере с двухсторонней гетероструктурой с учётом квантово-разменных эффектов;
- оценивать изменение порогового тока и эффективности излучения в зависимости от коэффициента зеркал резонатора;

- рассчитывать спектральное расстояние мод Фабри-Перо составного оптического резонатора.

**владеть:**

- навыками выбора конструкции инжекционного лазера в зависимости от режима работы, параметров излучения и области применения.;

- основными методами измерения мощностных и спектральных характеристик;

- умением пользоваться необходимой литературой для решения задач о расчёте зонной энергетической диаграммы гетероструктур.

**Темы и разделы курса:**

1. Введение

Предмет и содержание дисциплины.

2. Материалы

Материалы для полупроводниковых лазеров.

3. Свойства гетероструктур в устройствах фотоники

Свойства гетероструктур.

4. Усиление генерации

Процессы усиления и генерации в полупроводниковых лазерах.

5. Устройство резонатора

Устройство резонатора полупроводникового лазера.

6. Селекция мод

Методы селекции мод в резонаторах.

7. Конструкции

Конструкции полупроводниковых лазеров. Типы, основы проектирования.

8. Применение

Применение полупроводниковых лазеров.

9. Накачка полупроводниковых лазеров

Накачка полупроводниковых лазеров. Оптическая и электронная накачка. Инжекция через p-n-переход. Время жизни неосновных носителей. Квазиуровень Ферми.

7. Зонные энергетические диаграммы гетеропереходов. Разрывы зон на гетерогранице. Изотипные гетеропереходы. Двухсторонняя гетероструктура при прямом электрическом смещении. Уравнения переноса носителей.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии

### Полупроводниковые лазеры

#### Цель дисциплины:

- изучение физических основ, устройства и принципа работы полупроводниковых лазеров.

#### Задачи дисциплины:

- изучение свойств полупроводниковых гетероструктур;
- изучение устройства и свойств различных типов полупроводниковых лазеров, изготовленных на основе гетероструктур.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- устройство и принцип работы полупроводниковых лазеров;
- назначение и область применения полупроводниковых лазеров.

##### уметь:

- понимать и анализировать современную научную литературу по полупроводниковым лазерам.

##### владеть:

- теоретическими аспектами описания свойств полупроводников и полупроводниковых гетероструктур.

#### Темы и разделы курса:

##### 1. Электронно-дырочный (p-n) переход

Электронно-дырочный (p-n) переход. Энергетическая зонная диаграмма p-n перехода, уровень Ферми. Химический потенциал, электронное средство . Распределение электронных состояний в гомогенной структуре p-n перехода. Потенциальный барьер в p-n

переходе. Ширина и ёмкость области p-n перехода. Инжекция неосновных носителей в p-n переходе при приложении прямого напряжения.

## 2. Двойная гетероструктура p-n-n<sup>+</sup>

Энергетическая зонная диаграмма двойной гетероструктуры p-n-n<sup>+</sup> в условиях теплового равновесия. Энергетическая зонная диаграмма двойной гетероструктуры p-n-n<sup>+</sup> в условиях приложенного внешнего электрического поля. Методы изготовления полупроводниковых гетероструктур.

## 3. Физические принципы работы полупроводниковых лазеров

Квантовый генератор, активная среда, спонтанное и вынужденное излучение. Оптический резонатор, моды резонатора. Квазиуровни Ферми для электронов и дырок, распределение Ферми. Оптические свойства гетероструктур. Эффекты в гетероструктурах: эффект широкозонного «окна», эффект односторонней инжекции, эффект суперинжекции, волноводный эффект. Условие усиления, электронная температура.

## 4. Мощные полупроводниковые лазерные диоды

Двойная гетероструктура для мощного полупроводникового лазера. Полосковый лазерный диод на основе GaAs/AlGaAs гетероструктур. Параметры многомодового излучения мощного полупроводникового лазерного диода. Мощные полупроводниковые лазерные диоды многомодового излучения для оптической накачки волоконных лазеров. Пороговое значение тока инжекции мощных полупроводниковых лазерных диодов.

## 5. Полупроводниковые лазеры с обратной связью

Устройство, принцип работы полупроводниковых лазеров с распределённой обратной связью (DFB). Устройство, принцип работы полупроводниковых лазеров с обратной связью на основе Брэгговского отражения (DBR).

## 6. Особенности и устройство различных типов полупроводниковых лазеров

Поверхностно излучающие полупроводниковые лазеры с вертикальным резонатором.

Каскадные полупроводниковые лазеры. Полупроводниковые лазеры на квантовых точках.

Фотодетекторы на основе гетероструктур.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **Приборы и методы рентгеновской и электронной дифракции**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение теоретических и практических основ метода рентгеновской дифрактометрии.

#### **Задачи дисциплины:**

- знакомство с основными теоретическими моделями дифракции рентгеновского излучения;
- постановка основных задач рентгеновской дифрактометрии, знакомство с методами их решения;
- выработка практических навыков регистрации и обработки дифрактограмм.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- теоретические основы описания взаимодействия рентгеновского излучения с веществом, основные модели дифракции на идеальных и реальных кристаллах.

##### **уметь:**

- регистрировать и обрабатывать дифрактограммы поликристаллических объектов.

##### **владеть:**

- методами качественного и количественного РФА, индицирования, полнопрофильного анализа дифрактограмм.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Основы кристаллографии.

Трансляционная симметрия как основной вид симметрии кристаллов. Понятие о кристаллической решетке. Симметрия кристаллической решетки, основная теорема

кристаллографии. Решетки Браве. Закрытые и открытые элементы симметрии в кристаллах. Квазикристаллы. Математическое описание операций симметрии. Федоровские группы. Симметрия физических свойств кристалла. Основные данные о кристаллической структуре. Формат CIF, структурные базы данных.

2. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Дифракция на идеальном кристалле.

Рентгеновское излучение (РИ) как электромагнитное излучение. Типы источников РИ. Взаимодействие РИ с веществом. Томсоновское рассеяние, комптоновское рассеяние, фотоэффект. Линейный коэффициент поглощения. Зависимость коэффициента поглощения от длины волны – край полосы поглощения. Уравнения Гамильтона-Дарвина. Когерентное упругое рассеяние – дифракция РИ, вывод формулы для определения комплексной амплитуды рассеянного РИ.

Основные приближения кинематической теории дифракции. Рассеяние на атоме, на цепочке электронов, цепочке атомов. Интерференционная функция Лауэ. Трансляционная симметрия кристалла, переход к рядам Фурье. Обратная решетка. Закон Брегга в векторной и скалярной формах. Сфера Эвальда. Форм-факторы атомов, параметры атомного смещения, заселенность. Структурная амплитуда. Аномальное рассеяние.

Параметры, влияющие на интенсивность рефлекса при дифракции на реальных объектах. Поляризационный фактор, влияние монохроматоров. Порошковая дифрактограмма как 1D проекция 3D дифракционной картины, рассмотрение дифракции на поликристаллической пробе с помощью построения Эвальда. Лоренц-фактор, геометрический фактор. Поглощение РИ в пробе (случай дифракции «на отражение»), абсорбционный фактор. Понятие о текстуре образца, текстурный фактор. Коэффициент экстинкции. Фактор повторяемости рефлексов.

3. Профильный анализ дифрактограмм. Качественный рентгенофазовый анализ.

Форматы дифракционных данных, программы конвертации форматов. Описание фона в профильном анализе. «Базовые» аппроксимирующие функции (Гаусса, Лоренца). Реалистичные аппроксимирующие функции (pseudo-Voigt, Pearson VII). Учет асимметрии профиля. Случай немонахроматического излучения ( $\lambda_1/\lambda_2$ ). Понятие о методе фундаментальных параметров. Угловая зависимость полуширины рефлекса. Критерии качества профильного анализа. Типичный вид разностной дифрактограммы при различных ошибках описания. Практические советы по проведению профильного анализа. Программный комплекс «WinXPow».

Основы рентгенофазового анализа: рентгенограмма как отпечаток пальцев химического соединения. Базы данных ICDD. Структура «карточки» в базе данных PDF-2. «Уровни качества» стандартов. Алгоритмы поиска по базе данных. Окончательный анализ данных качественного РФА: критерии определения наличия фаз в пробе. Реализация рентгенофазового анализа в программном комплексе «WinXPow». Программа «Crystallographica Search-Match».

4. Техника дифракционного эксперимента.

Источники и детекторы РИ. Основные элементы рентгеновской оптики: коллиматоры, монохроматоры, рентгеновские зеркала. Понятие о геометрии съемки. Выбор оптимальной геометрии. Планирование эксперимента: выбор излучения, детектора, параметров съемки. Юстировка прибора для решения разных типов задач. Понятие инструментальной функции и спектральной функции. Систематические погрешности в дифракционном эксперименте.

#### 5. Симметрия обратного пространства. Индицирование дифрактограмм.

Соотношение операций симметрии в прямом и обратном пространствах. Закон Фриделя. Лауэ-класс кристалла. Фактор повторяемости как соотношение порядков точечных групп. Центрировки, матрицы преобразования в прямом и обратном пространствах. Систематические погасания для структур с центрировками. Влияние открытых элементов симметрии на структурную амплитуду. Систематические погасания для открытых элементов симметрии. Правила выбора пространственной группы по данным анализа дифрактограмм.

Постановка задачи индицирования рентгенограмм. Влияние качества эксперимента. Систематические ошибки определения положения пиков на рентгенограмме. Индицирование рентгенограммы кубической сингонии. Влияние систематических погасаний. Индицирование рентгенограммы средних сингоний (тетрагональной / гексагональной). Три «классические» программы автоиндицирования (Treor, Ito, Dcvol). Критерии корректности индицирования (Де Вольфа, Смита-Снайдера). Сложные случаи для индицирования. Неоднозначность выбора элементарной ячейки (geometrical ambiguities). Проблема «dominant zone». Уточнение параметров элементарной ячейки методом МНК.

#### 6. Полнопрофильный анализ дифрактограмм. Метод Ритвельда.

«Три уровня понимания» метода Ритвельда. Математическая основа метода. Уточняемые параметры в методе Ритвельда. Профильная функция: практические советы по схеме уточнения профильных коэффициентов. Рекомендованная последовательность уточнения параметров. Факторы неустойчивости, ограничения. «Проблема отрицательных тепловых». Корреляция между параметрами: примеры, матрица корреляции. Стандартные отклонения уточняемых параметров. Разностный Фурье-синтез. Программы для уточнения структуры методом Ритвельда (GSAS, Fullprof, Rietan, Topas, Jana, Siroquant): их особенности.

#### 7. Количественный рентгенофазовый анализ.

Распространение РИ в поликристаллическом образце. Средний коэффициент поглощения. Микроабсорбция. Взаимосвязь между объемной долей фазы и интенсивностью рефлекса. Основные «стандартные» методы количественного фазового анализа: метод прямой калибровки, метод добавок, метод внутреннего стандарта. Метод корундовых чисел (внешнего стандарта). Метод Ритвельда как нестандартный количественный рентгенофазовый анализ. Метод  $k_1$ , определение абсолютных содержаний кристаллических фаз.

#### 8. Дифракция на реальных кристаллах. Методы анализа микроструктуры.

Три вклада в уширение дифракционных пиков. Инструментальное уширение и его экспериментальное определение. Теория дифракции на конечном кристалле. Уширение, обусловленное малым размером ОКР. Формула Шерера, её ограничения. Уширение, обусловленное микронапряжениями. Разделение вкладов, метод Вильямсона-Холла. Реализация в методе Ритвельда, интерпретация профильных коэффициентов. Понятие о методах гармонического анализа (Уоррена-Авербаха). Влияние полидисперсности, подходы к определению распределения по размерам ОКР. Понятие о методе WPPM.

#### 9. Анализ тонких пленок. Рентгеновская рефлектометрия.

Геометрия скользящего пучка (grazing angle geometry). Проблема дефокуса, инструментальное оформление метода. Влияние толщины/плотности пленки на вид дифрактограммы при симметричной дифракции. Текстурирование пленок. Преломление РИ, коэффициент преломления РИ. Явление полного внешнего отражения, понятие о рентгеновской рефлектометрии. Отражение от подложки, системы пленка-подложка, гетероструктуры. Осцилляции Киссига. Рефлектограмма и ее связь с Фурье-образом распределения электронной плотности в образце.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **Приемники лазерного излучения**

#### **Цель дисциплины:**

• овладение теоретическими и практическими принципами работы и построения различных типов приемников лазерного излучения, применяемых для решения различных физических и технологических задач в современном мире.

#### **Задачи дисциплины:**

- освещение роли различных типов приемников лазерного излучения в современном мире;
- теоретическое изучение основ физики приемников лазерного излучения и принципов их построения;
- выполнение практических работ, направленных на закрепление полученных теоретических знаний;
- овладение базовыми знаниями в области работы с приемниками лазерного излучения различных типов.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- теоретические основы работы различных типов приемников лазерного излучения и области их применения;
- основные понятия лазерной физики на русском и английском языках, что позволяет понимать профессиональную литературу.

##### **уметь:**

- применять физические и математические методы для описания работы приемников лазерного излучения различного типа;
- эксплуатировать различную исследовательскую и испытательную аппаратуру, в т.ч. специализированную;
- работать и решать поставленные задачи в небольшом исследовательском коллективе;

- представлять результаты проделанной работы.

**владеть:**

- методами работы со специализированным оборудованием;
- способами настройки и эксплуатации приемников лазерного излучения.

**Темы и разделы курса:**

1. Лазеры как основной элемент современного оптоэлектронного приборостроения.

Важнейшие области применения – связь, локация и дальнометрирование, хранение и обработка информации, гироскопия, ночное и подводное видение.

2. Физические явления, используемые для приема оптического излучения.

Внешний фотоэффект. Основные закономерности. Фотокатоды. Внутренний фотоэффект в полупроводниках. Фоторезисторы и фотодиоды. Пироэлектрический эффект. Боллометрические фотоприемники. Фотохимические процессы в диэлектриках. Фотоматериалы. Взаимодействие с биологическими структурами. Безопасная для зрения лазерная аппаратура.

3. Чувствительные элементы приемников излучения.

Вакуумные фотоприемники – фотодиод, фотоэлектронный умножитель, диссектор, электронно-оптические преобразователи I-III поколений. Механизмы внутреннего усиления фототока (в разреженном газе, в диодных системах, в микроканальных платинах, в электронно-оптическом преобразователе).

4. Входные каскады электронных усилителей фотосигнала.

Фотоприемные устройства (ФПУ). Типовые схемы. Эквивалентные схемы. Схемы стабилизации питания для лавинных фотодиодов, ФЭУ и ЭОП. Лавинное умножение в импульсном режиме. Методы охлаждения чувствительных элементов ФПУ.

5. Материалы для приемников лазерного излучения.

Типы фотокатодов. Квантовый выход и спектральная чувствительность. Полупроводниковые фотокатоды. Квантовый выход и спектральная чувствительность. Полупроводниковые фотокатоды с отрицательным электронным сродством. Полупроводниковые структуры для фоторезисторов и фотодиодов. Приемники для тепловизионного диапазона. Фотоэмульсии, фоторегистрирующие среды для голографии. Трехмерные регистрирующие среды.

6. Шумы в приемниках лазерного излучения и входных усилительных каскадах.

Тепловой шум. Генерационно-рекомбинационный шум. Токовый шум вида  $1/f$ . Статистический шум оптического сигнала. Методы обеспечения помехоустойчивости. Критерии достоверного приема.

7. Система характеристик первичных приемников излучения.

Спектральная чувствительность, квантовый выход, внутреннее усиление, крутизна, размеры чувствительной площадки. Временное разрешение. Время нарастания, спада, полоса пропускания. Шумовые характеристики. Пороговая чувствительность, обнаружительная способность.

#### 8. Методы приема лазерного излучения.

Прямое фотодетектирование. Фотодиод в фотогальваническом и диодном режимах. Особенности приема слабых потоков. Режим счета фотонов. Гетеродинный прием в оптическом диапазоне. Применение квантовых предусилителей. Приемники с накоплением заряда. Видикон. ПЗС матрица.

#### 9. Влияние среды на распространение лазерного излучения.

Атмосферные окна прозрачности. Механизмы рассеяния. Метеорологическая дальность видимости. Естественные источники помех в оптическом диапазоне. Расчет энергетического потенциала лазерной аппаратуры локационного типа.

#### 10. Методы борьбы с помехами в оптическом диапазоне.

Пространственная фильтрация. Спектральная фильтрация в оптическом диапазоне. Технические характеристики узкополосных оптических фильтров. Оптимальная фильтрация в радиодиапазоне. Временная селекция. Временная автоматическая регулировка усиления. Режим повторных измерений в дальнометрии.

#### 11. Оптические приемные системы.

Входной зрачок, светосила, спектральный диапазон, частотно-контрастная характеристика. Абберация. Возможности совмещения приемного и излучающего каналов. Примеры оптических схем. Адаптивная оптика.

#### 12. Дальнометрическая аппаратура.

Решаемые задачи и выходные характеристики. Структурные схемы. Основные функциональные блоки приемного канала (ФПУ, измеритель временных интервалов, устройства отображения и вывода информации).

#### 13. Аппаратура регистрации сверхкоротких лазерных импульсов.

Широкополосные ФЭУ, фотодиоды и фоторезисторы. ЭОП в кадровом и хранирующем режимах. Структурная схема электронно-оптического хронографа. Схема блока наносекундных разверток. Пример пространственно-временной и спектрально-временной динамики полупроводниковых лазеров.

#### 14. Приборы электронного зрения.

Пассивное, активное и активно-импульсное видение. Тепловидение. Приборы лазерного активно-импульсного видения. Структурная схема, особенности применения, экспериментальные результаты по ночному видению в активно-импульсном режиме.

#### 15. Координатно-чувствительные приемники.

Линейки и матрицы. Многоэлементные приемники для интерферометрии и лазерной гироскопии.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **Прикладная электродинамика**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение теоретических основ применения современных систем электродинамического моделирования.

#### **Задачи дисциплины:**

- изучение базовых свойств электромагнитного поля и граничных задач электродинамики;
- изучение объектов прикладной электродинамики: сред, граничных условий, источников поля;
- изучение граничных задач для структур с особыми свойствами: симметрией, периодичностью, излучением на бесконечность, острыми кромками и т.д.;
- изучение универсальных и объектно-ориентированных методов решения граничных задач электродинамики.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- уравнения Максвелла, интегральные соотношения электродинамики, виды граничных условий и способы их применения, виды источников электромагнитного поля и их свойства, виды симметричных объектов и способы их моделирования, виды периодических структур и методы их моделирования, универсальные методы решения граничных задач и их основные характеристики, проблемно-ориентированные методы, их назначение и особенности.

##### **уметь:**

- построить модель реального объекта, выбрать источник электромагнитного поля, установить граничные условия на поверхностях, выбрать метод решения граничной задачи, адекватный моделируемому объекту.

##### **владеть:**

- принципами построения электродинамических моделей и методами решения граничных задач электродинамики.

### **Темы и разделы курса:**

1. Общие вопросы прикладной электродинамики. Система уравнений Максвелла. Виды граничных задач. Интегральные соотношения электродинамики

Система уравнений Максвелла. Виды граничных задач. Следствия из уравнений Максвелла: теорема Умова-Пойнтинга, теорема взаимности, теорема единственности решения, теорема эквивалентности, волновое уравнение Гельмгольца, плоские волны.

2. Объекты прикладной электродинамики: среды и их параметры, граничные условия, источники поля

Среды. Тензоры магнитной и диэлектрической проницаемости. Однородные, изотропные среды. Частотная дисперсия, модель Дебая. Анизотропные среды. Гиротропные среды. Проводники, с идеальной и неидеальной проводимостями, скин-слой. Искусственные среды и метаматериалы.

Граничные условия. Идеальные граничные условия - электрическая и магнитная стенки. Импедансные граничные условия разных видов: односторонние, двухсторонние, нелокальные, анизотропные.

Источники поля: сторонние токи, первичное поле. Волноводы и линии передачи. Задачи Штурма-Лиувилля на собственные волны. Волновые порты. Линии передачи и генераторы с внутренним сопротивлением, сосредоточенные порты. Понятие СВЧ многополюсника и его матрица рассеяния.

3. Структуры с особыми свойствами

Симметричные структуры. Структуры с плоскостями симметрии, зеркальное отображение. Метод симметрии, парциальные структуры.

Периодические структуры. Классификация периодических структур, одномерные, двумерные и трехмерные периодические структуры. Теорема Флоке для одномерных структур, одномерные гармоники Флоке. Теорема Флоке для двумерных структур, двумерные гармоники Флоке. Теорема Флоке для трехмерных структур, периодические среды.

Структуры с острыми кромками. Условия Мейкснера и особенности поля вблизи острых кромок. Особенности электродинамического моделирования полосковых интегральных схем.

4. Излучение и антенны. Функция Грина свободного пространства. Первичные и вторичные параметры антенн. Поглощающие поверхности. Моделирование антенн разных видов.

Функция Грина свободного пространства, приближение дальней зоны. Поле в дальней зоне, диаграмма направленности, поляризационные характеристики. Вторичные параметры антенн: коэффициент направленного действия, коэффициент усиления.

Антенные решетки. Приближение бесконечной двумерной решетки. Квазипериодический режим, волновод и канал Флоке, периодические граничные условия и поверхности *master lobe*. Возбуждение одиночного элемента решетки, связь с параметрами квазипериодического режима.

Особенности антенн малых электрических размеров. Критерий Харрингтона-Чу. Согласование антенны малых размеров, теорема Фано, понятие об антенне-фильтре.

5. Волноводы и линии передачи, собственные волны и волновые порты. СВЧ многополюсники и их матрицы рассеяния. Матрицы рассеяния симметричных, унитарных и взаимных многополюсников.

Матричное описание СВЧ многополюсников. Одноволновые и обобщенные матрицы рассеяния. Матрицы рассеяния симметричных, взаимных, унитарных многополюсников. Метод симметрии при анализе СВЧ многополюсников, парциальные многополюсники, четное и нечетное возбуждения.

Составные многополюсники, понятие СВЧ схемы, методы анализа СВЧ схем. Каскадное соединение четырехполюсников, волновые матрицы передачи.

СВЧ периодические структуры, разрешенные и запрещенные зоны. СВЧ фильтры. Стандартные частотные характеристики СВЧ фильтров. Обобщенный метод синтеза СВЧ фильтра.

## 6. Методы решения граничных задач электродинамики

Метод интегральных уравнений. Интегральные уравнения для идеально проводящих тел. Дискретизация поверхности. Алгебраизация интегральных уравнений, система линейных алгебраических уравнений (СЛАУ), базисные и тестовые функции, RWG функции. Сходимость СЛАУ, критерии сходимости. Метод Галеркина. Функция Грина плоско-слоистой структуры, интегральные уравнения для таких структур.

Метод конечных элементов в частотной области. Дискретизация пространства. Электродинамические функционалы. Интерполяционные базисные функции. СЛАУ по методу конечных элементов.

Асимптотические методы. Метод геометрической оптики. Метод физической оптики. Геометрическая и физическая теории дифракции. Гибридный метод физической оптики и интегральных уравнений.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **Проектирование микросэлектронных изделий с топологическими нормами до 90 нм**

#### **Цель дисциплины:**

• повышение уровня математического образования студентов при одновременном укреплении навыков их абстрактно-логического и ассоциативно-философского мышления и ознакомлении с практикой математического моделирования, которое дифференцируется от прикладной математики и технического исполнения вычислительных экспериментов. С учетом специфики кафедры функциональной наноэлектроники сделан акцент на применение методов математического моделирования в предметной области технологии.

#### **Задачи дисциплины:**

- изучение математического базиса наиболее значимых средств формализации и средств численного моделирования;
- овладение студентами навыками систематического мышления, в частности, при концептуализации технологии микро- и наноэлектроники;
- выработка опыта в самостоятельном исследовании сложных систем и явлений.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- специфику математического моделирования в отношении физического, в отношении численных методов, в отношении прикладной математики;
- методы концептуального проектирования;
- математические основы метода конечных элементов, клеточных автоматов и генетических алгоритмов.

##### **уметь:**

- классифицировать компоненты математической модели;
- проводить процедуры обезразмеривания и идентификации параметров;
- правильно ставить вычислительный эксперимент.

**владеть:**

- общематематическими пакетами (MATLAB);
- современными методами научной визуализации;
- САПР мультифизики (COMSOL).

**Темы и разделы курса:**

## 1. Роль моделирования в науке

Физическое и математическое моделирование. Взаимодействие с прикладной и чистой математикой. Абстрагирование и идеализация.

## 2. Типовой маршрут математического моделирования

Классификации математических моделей (ММ). Предметная зависимость ММ.

## 3. Элементы системного анализа

Системный подход к изучаемому объекту. Системная организация процесса моделирования. Иерархия моделей.

## 4. Структура современной математики

Применение матриц и тензоров в науке. Качественная теория дифференциальных уравнений. Спектральные и операторные методы. Теория оптимального управления.

## 5. Фундаментальные понятия вычислительной математики

Конечные разности. Виды погрешностей. Метрические пространства. Точность аппроксимации, сходимости и устойчивость. Явные и неявные схемы. Эмпирический характер численных методов.

## 6. Типичные задачи и методы вычислительной математики.

Методы интерполяции и экстраполяции. Линейные уравнения. Поиск собственных значений матриц. Решение задачи Коши для ОДУ. Решение алгебраических уравнений и градиентные методы поиска экстремумов. Краевые задачи для уравнений математической физики.

## 7. Методы построения сеток в симуляторах.

Конечные разности на треугольных сетках. Сплайны. Метод конечных элементов.

## 8. Нейросетевые модели.

Модели клеточных автоматов. Введение в теорию нейронных сетей. Генетические алгоритмы и их связь с обучением нейронной сети. Методы типа Монте-Карло.

## 9. Обзор общецелевых математических пакетов САПР.

Символьные вычисления в Maple. Пакет Mathematica. Пакет MATLAB. Пакет FEMLAB. Пакет MathCad.

#### 10. Программные аспекты реализации модели на ЭВМ.

Роль интерфейса. Проверка корректности алгоритмизации с помощью тестовых примеров.

#### 11. Проблема идентификации параметров модели. Методы верификации и оптимизации.

Экспертные оценки. Введение «подгоночных» коэффициентов. Учет погрешности эксперимента.

#### 12. Планирование вычислительного эксперимента. Прагматический подход к математическому моделированию.

Причины неудач моделирования. Проверка адекватности модели. Генерация и оформление нового научно-технического знания.

#### 13. ММ микро- и наноэлектроники

Модели аналоговых и логических элементов. Элементы системотехники. Языки моделирования SPICE и VHDL. Макромодели.

#### 14. ММ в физике и химии

Обтекание газом крыла самолета. Солитоны. Исследование химических реакций. Элементы квантово-химического моделирования.

#### 15. ММ в биологии, генетики и экологии

Модели типа «хищник-жертва». Модели дрейфа генов. Имитационное моделирование города (по Дж. Форрестеру).

#### 16. ММ в гуманитарных науках

Модель межотраслевого баланса Леонтьева. Модели в психологии/антропологии и социологии.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **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, искусства, 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: электроника и квантовые технологии**

### **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: электроника и квантовые технологии**

**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: электроника и квантовые технологии**

### **Семинар по квантовой электронике**

#### **Цель дисциплины:**

• приобретение студентами глубоких и современных знаний по основам квантовой электроники: взаимодействию излучения со средами, принципами работы и построения лазеров различных типов, нелинейным процессами в лазерных средах.

#### **Задачи дисциплины:**

- развитие у студента понимания процессов, происходящих во время работы лазера;
- освещение физики работы лазеров различных типов, их особенностей и областей применения;
- развитие у студентов понимания физики нелинейных процессов, происходящих в лазерных средах, описание применимости их в квантовой электронике;
- изложение современных подходов и новых векторов развития в области квантовых оптических систем.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основы теории физики процессов в лазерах, их строения и применения.

##### **уметь:**

- рассчитывать и анализировать квантовые оптические системы для различных применений, оценивать их практическую полезность для применения в области квантовой электроники.

##### **владеть:**

- физико-математическим аппаратом, описывающим основные физические явления, происходящие в материалах и объектах квантовой электроники.

## **Темы и разделы курса:**

### 1. Основы квантовой теории излучения.

Вещество как система многих частиц. Уравнение Шредингера и зависимость волновой функции от времени. Понятие о квантовом излучении. Формула Планка и коэффициенты Эйнштейна. Общая характеристика и свойства электромагнитного поля в стационарном состоянии. Разложение электромагнитного поля по свободным типам колебаний. Поглощение, переизлучение, рассеяние.

### 2. Основные принципы работы лазера.

Колебательные процессы электромагнитного поля. Работа лазера как генератора. Основные элементы конструкции лазера. Трех- и четырехуровневые системы в лазерах. Скоростные уравнения.

### 3. Режимы генерации лазеров.

Различные режимы работы лазера. Непрерывный режим работы. Генерация импульсов в лазере. Полезные потери в лазере, перенос излучения.

### 4. Различные типы лазеров.

Лазеры различных типов и их применения в современной квантовой электронике. Твердотельные и газовые лазеры. Полупроводниковые и волоконные лазеры.

### 5. Нелинейные процессы в лазерных средах.

Нелинейные процессы в средах. Генерация второй гармоники, фазовый синхронизм. Генерация суммарных и разностных частот, параметрические генераторы.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **Семинар по наноэлектронике и квантовым компьютерам**

#### **Цель дисциплины:**

- ознакомление слушателей с современными (как существующими, так и находящимися в стадии разработки) экспериментальными и теоретическими приложениями квантовой теории информации. Кроме того, большое внимание уделяется ознакомлению с достижениями в смежных областях квантовой физики: полупроводниковой наноэлектронике, фотонике, квантовой оптике и др., имеющими важное практическое значение и ориентированными на потенциальное применение в сфере квантового компьютеринга. Особенностью курса является непосредственное участие слушателей в работе еженедельных семинаров, проходящих во ФТИРАНе.

#### **Задачи дисциплины:**

- введение слушателей в сферу реального проектирования, технологии изготовления и анализа экспериментально созданных компонент квантовых компьютеров;
- знакомство с новыми идеями и концепциями квантовой теории информации;
- обучение основным принципам и культуре научного диспута с применением уже полученных базовых знаний для приобретения дополнительных знаний по квантовой информатике.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

1. Современные направления теоретических и экспериментальных исследований в области квантовой информатики.
2. Преимущества и недостатки технологии, математической модели, и экспериментальной реализации того или иного направления, обсуждаемого в рамках семинарских занятий.
3. Основные достижения конкретных научных коллективов (как отечественных, так и зарубежных), работающих в сфере квантовых информационных технологий и смежных областях микро- и наноэлектроники.

**уметь:**

1. Объективно анализировать предлагаемую информацию по теме курса.
2. Формулировать вопросы к авторам сообщений и докладов, выступающим на семинаре, и поддерживать научную дискуссию по теме курса.
3. Формировать свою позицию (особенно по спорным и открытым темам, например, связанным с различными интерпретациями некоторых квантовых явлений) и грамотно ее обосновывать.
4. Самостоятельно развивать обсуждаемую тему в рамках знаний, полученных в ходе обучения на базовой кафедре.

**владеть:**

1. Культурой научного диспута и умением вести продуктивные дискуссии по теме курса.
2. Техникой конспектирования, критического анализа и адаптации предлагаемой информации.

**Темы и разделы курса:**

1. Квантовые измерения и томография.

Операторы полного набора проективных измерений. Построение экспериментально найденной матрицы плотности квантового состояния в виде гистограммы. Применение общих и специализированных статистических методов для анализа когерентности и запутанности квантового состояния.

2. Квантовая криптография.

Квантовые протоколы секретной связи. Стратегии борьбы с атаками подслушивателей и защита информации, передаваемой по квантовым каналам. Совершенствования способов распределения квантовых ключей. Изучение возможности взлома квантовых сетей. Экспериментальная реализация криптографических протоколов.

3. Квантовая коммуникация и квантовые сети.

Основные элементы квантовых сетей: волноводы, регистры, повторители, конверторы, трансдюсеры и детекторы. Экспериментальное осуществление протокола квантовой телепортации. Гибридные сети микроволнового и оптического диапазонов. Математическое моделирование процесса пересылки фотонов по реальным волноводам и вакууму.

4. Квантовое моделирование.

Использование небольших квантовых компьютеров для решения задач квантовой химии, ориентированных на моделирование химических реакций синтеза новых веществ с заданными свойствами. Разработка новых алгоритмов для практического использования квантовых компьютеров в прикладных целях.

#### 5. Квантовая память.

Использование квантовых ансамблей и одиночных квантовых систем для хранения квантовой информации. Оценка современного состояния той или иной модели квантового регистра с памятью с позиции экспериментального воплощения.

#### 6. Топологические квантовые вычисления.

Понятие о голономных квантовых вычислениях. Использование геометрических фаз Абея, Берри, Пантчаратнама, Ананда и Ааронова – Бома при реализации квантовых вентилях. Кудиты, анионы и фермионы Майорана – альтернативные формы хранения квантовой информации. Преимущества и недостатки топологического квантового компьютеринга.

#### 7. «One-way» квантовые вычисления.

Модель Раушендорфа полномасштабного квантового вычисления, базирующаяся на серии последовательных измерений. Создание и свойства начального кластерного состояния в квантовом регистре и алгоритм измерений, эквивалентный вентиляльному алгоритму. Влияние запутанности высокого уровня для «one-way»-схемы на точность квантовых вычислений.

#### 8. Архитектура квантовых компьютеров.

Одномерные, двумерные и трехмерные квантовые регистры. Понятие о квантовом программировании. Классический компьютер как управляющее устройство для квантового компьютера. Квантовые вычисления с использованием удаленного сервера. Планарные твердотельные ионные ловушки, сверхпроводящие и алмазные фотонные структуры как наиболее перспективные прототипы коммерческих квантовых чипов.

#### 9. Новые квантовые алгоритмы.

Усовершенствованные алгоритмы факторизации и поиска. Использование квантовых случайных блужданий для алгоритма Гровера. Квантовый алгоритм оценки эффективности

метода наименьших квадратов решения систем алгебраических уравнений. Теория графов. Ветвящиеся алгоритмы.

#### 10. Адиабатические квантовые вычисления.

Понятие об адиабатических квантовых вычислениях. Энергетическая щель между основным и первым возбужденным состояниями системы, вероятность успеха и время выполнения как основные характеристики адиабатического алгоритма. Эквивалентность обычного и адиабатического подхода к реализации квантовых вычислений.

#### 11. Управление квантовым компьютером.

Высокопроизводительные вычислительные системы и суперкомпьютеры как контролируемые устройства для квантового компьютера. Элементы классического интерфейса квантового регистра: лазеры, ловушки, затворы и др.

#### 12. Современные материалы и технология изготовления элементов квантового компьютера.

Кремний, алмаз и сверхпроводники как основа элементной базы твердотельных квантовых компьютеров. Методы микро- и нанoeлектроники, применяемые для обработки полупроводниковых монокристаллов и гетероструктур с целью формирования кубитов.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **Семинар по современным проблемам микроэлектроники**

#### **Цель дисциплины:**

- освоение студентами базовых знаний в области микро- и нанoeлектроники.

#### **Задачи дисциплины:**

- повышение уровня образования студентов за счет цикла семинаров, направленных на ознакомление слушателей с основными физическими и физико-химическими явлениями, применяемыми в технологических процессах в микроэлектронике.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- физические и химические основы технологических операций в микро и нанoeлектронике;
- физические параметры характеризующие технологические операции;
- технические и физические основы конструктивного исполнения технологического оборудования;
- влияние физических параметров технологических операций на параметры физической структуры элементной базы и изделий в целом в микро и нанoeлектронике.

##### **уметь:**

- проводить анализ влияния физических параметров технологических операций на параметры физической структуры изделий микро и нанoeлектроники;
- применять статистические методы анализа для оценки качества проведения технологических процессов;
- планировать и проводить эксперименты при разработке технологических процессов микро и нанoeлектроники.

##### **владеть:**

- первичными навыками разработки технологических операций и технологических процессов микро и нано электроники;
- первичными навыками работы на технологическом оборудовании;
- основными методами анализа оценки качества технологических операций и технологических процессов;
- основными методами проведения экспериментов при разработке технологических процессов микро и наноэлектроники.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Физические принципы построения.

Физические принципы построения акустических каналов информационного обмена в твердотельной электронике.

#### 2. Квантово-химические расчеты.

Квантово-химические расчеты некоторых кремниево-кислородных кластеров вида SinOm.

#### 3. Разработка и исследование Дельта-сигма АЦП.

Разработка и исследование Дельта-сигма АЦП по технологии КМОП с проектными нормами 90нм.

#### 4. Физико-технологические особенности формирования изделий

Физико-технологические особенности формирования вакуумированных микрообъемов в МЭМС.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **Семинар по твердотельной электронике**

#### **Цель дисциплины:**

- формирование у студентов практических навыков и опыта применения базовых знаний в решении научно-практических задач.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование у студентов базы знаний по вопросам функционирования, расчета и конструирования полупроводниковых приборов;
- привитие навыков к развитию новых подходов при постановке и решении задач фундаментального и прикладного значения;
- дать студентам знания в области наиболее важных практических приложений полупроводниковых приборов и устройств в науке, технике и технологиях;
- привить студентам навыки развития новых подходов к постановке и решению задач фундаментального и прикладного значения;
- привить студентам навыки к развитию новых подходов к постановке и решению экспериментальных задач исследований электрофизических свойств твердых тел современными методами.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- природу физических процессов в полупроводниковых структурах применительно к их функциональной роли.

##### **уметь:**

- самостоятельно ставить и решать задачи по теоретическому исследованию физических явлений в полупроводниковых приборах.

##### **владеть:**

- навыками проведения экспериментальных исследований процессов в полупроводниковых приборах и оценки возможностей их приложений.

### **Темы и разделы курса:**

#### **1. Приборы и методы твердотельной электроники**

Межэлектронное взаимодействие. Элементы электрических цепей. Идеальный операционный усилитель и схемы на его основе. Характеристики реальных операционных усилителей. Электронные ключи, компараторы и цифро-аналоговые преобразователи. Цифровая измерительная техника. Основные методы измерения электрических сигналов. Измерения малых напряжений, измерения низкоомных объектов. Измерение малых токов. Измерение потенциалов высокоомных объектов, электрометрические измерения.

Измерение дифференциального сопротивления и нелинейных вольт-амперных характеристик. Наводки. Методы измерения и стабилизации температуры. Особенности проведения измерений при низких температурах. Ввод данных в компьютер и системы автоматизации измерений. Нестандартные методы проведения электрофизических измерений и ошибки экспериментаторов.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **Семинар по физике твердого тела**

#### **Цель дисциплины:**

Предлагаемый семинар ориентирован на студентов-экспериментаторов и является дополнительным при изучении дисциплин физики твердого тела. Изложение ограничено сравнительно простой математикой и требует знания изученных ранее на кафедре дисциплин в рамках стандартного курса.

#### **Задачи дисциплины:**

Напомнить студентам основные понятия и идеи в области физики твердого тела, с постановкой задач и подходами к их решениям. Семинар позволит собрать ранее полученные знания вместе и выявить и восполнить возможные пробелы в понимании эффектов. Кроме того, предполагается, что, прослушав этот курс, студенты смогут читать и понимать текущую научную периодику.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- что такое разрешенные и запрещенные зоны энергии;
- что такое квазиимпульс, поверхность Ферми, эффективная масса;
- что такое квазичастица, и, в частности, электрон и дырка;
- знать вид поверхности Ферми для типичных металлов;
- знать зонную структуру типичных полупроводников

##### **уметь:**

рассчитать зонную структуру в простейших приближениях (слабой и сильной связи);  
выводить температурную зависимость концентрации носителей в полупроводниках;  
записать гамильтониан для электрона в приближении эффективной массы;  
решать задачи по теме курса.

**владеть:**

методами решения уравнения Шредингера в простейших случаях;

методами расчета зонной структуры для модельных задач.

**Темы и разделы курса:****1. Понятие о конденсированных средах. Симметрия кристаллов**

Типы конденсированных сред. Кристаллы, жидкости, аморфное состояние, жидкие кристаллы, пластические (ротационные) кристаллы. Типы межатомных и межмолекулярных связей

Трансляционная симметрия кристаллов. Кристаллическая решётка, решетки Браве. Пространственные группы симметрии. Классификация кристаллических систем (сингонии).

2. Синтез Фурье как метод анализа атомной структуры кристаллов. Разложение электронной плотности в трехмерный ряд Фурье. Этапы анализа неизвестной структуры. Последовательность применения различных схем съемки при определении сингонии, решетки Браве, точечной и пространственной групп, числа атомов в элементарные ячейки

Синтез Фурье, как метод анализа атомной структуры кристаллов. Разложение электронной плотности в трехмерный ряд Фурье, структурные амплитуды как коэффициенты ряда. Обратная решетка, веса узлов, геометрический образ разложения Фурье. Этапы анализа неизвестной структуры. Последовательность применения различных схем съемки при определении сингонии, решетки Браве, точечной и пространственной групп, числа атомов в элементарные ячейки. Экспериментальные и расчетные методы определения координат атомов в ячейке. Метод проб и ошибок. Синтез Паттерсона. Синтез Фурье. Задачи анализа металлических систем. Идентификация фазовых областей на диаграммах состояния. Упорядочение твердых растворов.

**3. Методы сильной связи. Зонная структура классических полупроводников. Энергетические спектры металлов и поверхность Ферми**

Метод сильной связи. Схемы расширенных, приведенных и повторяющихся зон. Зонная теория. Металлы, полупроводники, диэлектрики. Зонная структура классических полупроводников. Спектр вблизи экстремумов зон. Электроны и дырки в полупроводниках. Невырожденная зона и эффективная масса. Многодолинность. Вырожденность зон на примере зон легких и тяжелых дырок. Энергетические спектры металлов и поверхность Ферми. Построение поверхности Ферми методом Гаррисона на примере простой квадратной решетки для двумерного случая. Общие сведения о влиянии на спектр электрон-электронного взаимодействия (теория ферми-жидкости) и фононов (поляронный эффект).

4. Статистика электронов и дырок в полупроводниках. Распределение Ферми-Дирака, эффективная плотность состояний в зонах. Уровень Ферми в собственном полупроводнике и в легированных полупроводниках

Статистика электронов и дырок в полупроводниках. Распределение квантовых состояний в зонах, распределение Ферми-Дирака, эффективная плотность состояний в зонах, концентрация носителей в вырожденных и невырожденных полупроводниках,

концентрация электронов и дырок на локальных уровнях. Уровень Ферми в собственном полупроводнике и в легированных полупроводниках. Явления в контактах, контактная разность потенциалов.

5. Переход металл-изолятор в сценарии Андерсона. Интерференционная квантовая поправка (слабая локализация). Переход металл-изолятор в сценарии Андерсона

Понятие о фазовом переходе Андерсона в разупорядоченной электронной системе. Расплывание волнового пакета на разных масштабах времен, длина локализации и ее поведение вблизи порога подвижности. Непрерывный фазовый переход. Многократное когерентное рассеяние, эффект когерентного рассеяния назад для света, классические эксперименты Вольфа Маррета и др. Квазиклассический подход к многократному рассеянию в электронной системе. Роль самопересекающихся траекторий, аргумент Ларкина-Хмельницкого. Длина сбоя фазы. Эксперименты Шарвина-Шарвина. Слабая антилокализация, связь со спином и статистикой фермионов.

6. Термодинамика сверхпроводников. Функционал Гинзбурга-Ландау. Теории Гинзбурга-Ландау и основные задачи. Сверхпроводники 1 и 2 рода. Вихри Абрикосова. Физика вихревого состояния сверхпроводников 2 рода

Термодинамика сверхпроводников. Фазовая диаграмма сверхпроводящего состояния. Термодинамические потенциалы в окрестности сверхпроводящего перехода. Переходы 1 и 2 рода. Сверхпроводящая волновая функция и функционал Гинзбурга-Ландау. Вывод уравнений Гинзбурга-Ландау. Граничные условия и градиентная инвариантность. Эффект близости на границе с нормальным металлом. Критическое поле и ток тонкой пленки. Энергия границы раздела нормального и сверхпроводящего состояния. Сверхпроводники 1 и 2 рода. Уравнение и структура вихря Абрикосова. Взаимодействие вихрей Абрикосова. Необратимый магнитный момент сверхпроводника 2 рода в смешанном состоянии. Пиннинг. Крип и режим течения потока.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **Семинар по фотонике**

#### **Цель дисциплины:**

- приобретение теоретических знаний в области фотоники, включая квантовой электронику, интегральную и нелинейную оптику.

#### **Задачи дисциплины:**

- знакомство с нелинейными преобразованиями излучения;
- получение знаний для осмысленного разрушения кристаллов;
- понятия о лазерной колоримеррии.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- теоретические основы комбинационного и вынужденного рассеяния;
- принципы генерации гармоник;
- основы разрушения кристаллов;
- основы измерения термических коэффициентов в кристаллах.

##### **уметь:**

- самостоятельно изучать литературу и научные статьи по фотонике;
- разбираться в основных методах, используемых в квантовой электронике, нелинейной, волоконной и интегральной оптике.

##### **владеть:**

- теоретическими моделями, используемыми для описания процессов и явлений различных областей фотоники.

## **Темы и разделы курса:**

### **1. Нелинейное преобразование лазерного излучения в волоконных световодах**

Комбинационное рассеяние света (вынужденное и спонтанное). Вынужденное рассеяние Мандельштама-Бриллюэна. Четырехволновое смешение лазерного излучения. Фазовая самомодуляция лазерного излучения.

### **2. Нелинейное преобразование излучения в кристаллах**

Генерация 2-ой гармоники иттербиевого волоконного лазера. Генерация 3-ей гармоники иттербиевого волоконного лазера.

### **3. Генерация импульсного лазерного излучения**

Физические принципы генерации импульсного лазерного излучения пикосекундной длительности.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **Синхротронные методы в нанометрологии**

#### **Цель дисциплины:**

Изучить теоретические основы синхротронных методов исследования наноструктур. Сформировать представление о том, каким образом эти методы используются в исследованиях и разработке современных концепций микроэлектроники.

#### **Задачи дисциплины:**

- Ознакомить студентов с основными теоретическими концепциями рассеяния синхротронного излучения в конденсированных средах
- Сформировать умение подобрать нужный метод исследования для анализа структур различных типов
- Выработать навык построения математических моделей, адекватных выбранным методам исследования, для анализа экспериментальных данных.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

Основы теории рассеяния синхротронного излучения и современные синхротронные методы исследования, а также знать какой метод применим к тем или иным типам наноструктур.

##### **уметь:**

Поставить задачу и планировать эксперимент для исследования конкретной наноструктуры.

##### **владеть:**

Методами моделирования синхротронного эксперимента и анализа экспериментальных данных

## Темы и разделы курса:

### 1. Источники синхротронного излучения и методы исследования

Поколения источников синхротронного излучения (СИ). Основные параметры источников: яркость, эмиттанс, когерентность, энергия. Специфика синхротронного эксперимента. Типы наноструктур, исследующиеся с помощью СИ: тонкие плёнки, монокристаллы и поликристаллы, химические соединения, структурированные поверхности, наночастицы.

### 2. Взаимодействие синхротронного излучения с конденсированными средами

Волновое уравнение и уравнения Максвелла в сплошных средах. Стационарные решения волнового уравнения. Аналогия со стационарным уравнением Шредингера. Рассеивающий потенциал конденсированной среды для синхротронного излучения. Волновое уравнение и квантовая электродинамика. Волновые процессы на языке операторов рождения и уничтожения.

Кинематическая теория рассеяния. Вывод из электродинамических принципов. Вывод из квантовомеханических принципов. Приближение Борна. Границы применимости кинематической теории. Проблема потери фазы. Введение понятия обратного пространства. Наивная модель дифракции в идеальных кристаллах: гребёнка Дирака.

Динамическая теория рассеяния. Вывод из электродинамических принципов. Теорема Блоха. Ширина дифракционного пика - ширина Дарвина. Представление о ближнем и дальнем поле ( $r$ - и  $k$ -представления). Когерентность рассеянного синхротронного излучения

### 3. Теория возмущений и стохастические процессы

Принцип взаимности электродинамики. Приближение Борна для искаженной волны (Distorted wave Born approximation – DWBA) как следствие принципа взаимности. Квантовомеханическое описание DWBA. Диффузное рассеяние синхротронных лучей. Интерференция диффузного рассеяния в коррелированных средах.

Математическое описание коррелированных сред. Стохастические процессы. В чём отличие стохастического процесса от случайной переменной. Стационарность и эргодичность стохастических процессов. Характеристики стохастических процессов: автокорреляционная функция и спектральная плотность. Теорема Хинчина – Колмогорова. Спектральная плотность как представление коррелированной среды в обратном пространстве.

### 4. Исследование планарных наноструктур

Зеркальное отражение синхротронного излучения от тонкопленочных аморфных структур (метод: X-ray reflectivity – XRR). Дифракция рентгеновских лучей на монокристаллах, на эпитаксиальных пленках и на эпитаксиальных сверхструктурах. (метод: High-resolution X-ray diffraction HRXRD). Динамическая теория в двухлучевом приближении. Исследование параметров кристаллической решётки. Влияние дефектов кристаллической структуры на дифракционную картину. Исследование структуры поверхности кристалла с атомарным

разрешением по глубине. Распределение интенсивности между дифракционными пиками и стержни усечения кристалла (метод: Crystal truncation rod – CTR).

Дифракция на поликристаллах (X-ray powder diffraction – XRPD). Исследование структуры тонких плёнок на поверхности жидкости. Плёнки Ленгмюра. Малоугловая дифракция в скользящей геометрии (метод: Grazing-incidence diffraction – GID). Структурный фактор двумерной периодической структуры. Связь картины рассеяния и формы органической молекулы в плёнках Ленгмюра – форм-фактор.

Исследование структуры коррелированных систем (наночастицы, квантовые точки, дефекты, шероховатость поверхности) - малоугловое рассеяние рентгеновских лучей в скользящей и нормальной геометрии (методы: Small-angle X-ray scattering – SAXS, Grazing-incidence small-angle X-ray scattering – GISAXS).

## 5. Фазочувствительные методы исследования

Исследование структуры отдельных микрообъектов. Методы когерентной визуализации, голография, птихография. Задача восстановления фазы. (методы: Coherent diffraction imaging – CDI, Holography, Ptychography). Алгоритм Финапа. Задачи восстановления фазы.

Раздельное исследование профилей концентрации различных химических элементов. Стоячие рентгеновские волны. (методы: X-ray standing wave – XSW, Grazing-exit X-ray fluorescence GEXRF). Разработка оптической системы для литографии в глубоком ультрафиолете.

Трёхмерные стоячие рентгеновские волны. (метод 3D-XSW) Многоволновое диффузное рассеяние. Нанометрология микроэлектронных систем со сложной трёхмерной архитектурой: Fin-FET транзисторы, GAA транзисторы. Нанометрология для литографии в глубоком ультрафиолете с многократным экспонированием: детектирование дрейфа периода и шероховатости стенок структуры

## 6. Исследование магнитных свойств материалов

Исследование магнитных свойств материалов. Магнитная рефлектометрия. Рентгеновский магнитный круговой/линейный дихроизм. (методы: XMCD/XMLD) Нанометрология магнитных структуры, исследования в области разработки устройств памяти следующего поколения.

## 7. Сверхбыстрое рассеяние рентгеновских лучей

Исследование динамики процессов с фемтосекундным временным разрешением. Сверхбыстрая дифракция рентгеновских лучей. (метод: ultrashort X-ray pulses) Фундаментальные исследования теплообменных процессов в кристаллах и наночастицах для нанолитографии в глубоком ультрафиолете

## 8. Математические методы анализа данных

Сравнение прямого моделирования с экспериментальными данными. Функция правдоподобия и критерий  $\chi^2$ . Их связь с теоремой Байеса.

Линейное программирование. Задачи оптимизации. Метод максимального правдоподобия и моделирование ошибок. Алгоритм Метрополиса. (Monte-Carlo Markov chain – MCMC)

Суррогатные математические модели для решения прямой задачи. Полиномиальный хаос (Polynomial chaos expansion – PCE). Нейронные сети. (Optimal transport map)

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **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 этом 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:**

- выделять свою систему среди интересов других сторон;
- бороться со сложностью в самых разных проектах;
- 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: электроника и квантовые технологии**

### **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: электроника и квантовые технологии**

### **Современные аспекты высокотемпературной сверхпроводимости**

#### **Цель дисциплины:**

Данный курс лекций позволит студентам получить представление о сравнительно новой и активно развивающейся области физики твердого тела – высокотемпературной сверхпроводимости. Курс лекций, построенный на базе публикаций последних лет, включает обзор ряда современных теоретических моделей и изложение основных характеристик высокотемпературных сверхпроводников: их кристаллической структуры, фазовых диаграмм, транспортных и магнитных свойств.

#### **Задачи дисциплины:**

познакомить студентов с основными понятиями и идеями в этой области, с постановкой задач и подходами к их решениям. Предполагается, что, прослушав этот курс, студенты смогут читать и понимать текущую научную периодику в этой области, а также успешно включиться в работу коллектива, проводящего исследования ВТСП.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- историю открытия высокотемпературной сверхпроводимости;
- основные системы с высокими  $T_c$ ;
- кристаллическую структуру ВТСП, фазовые диаграммы;
- основные методы исследования резистивных свойств сильно анизотропных слоистых систем;
- различия между когерентным и некогерентным транспортом;
- факторы, влияющие на  $T_c$ ;
- экспериментальные данные по сосуществованию сверхпроводимости и магнетизма;
- современные теоретические модели ВТСП.

##### **уметь:**

- ориентироваться в большом объеме литературы по ВТСП;
- оценивать величину  $T_c$  на основании теории БКШ;
- анализировать основные характеристики сверхпроводника в рамках анизотропной модели Гинзбурга – Ландау;
- пользоваться развитыми в рамках дисциплины методами исследования;
- решать задачи по теме дисциплины.

**владеть:**

- экспериментальными методами исследования анизотропии слоистых кристаллов;
- современными моделями, описывающими поперечный транспорт в слоистых кристаллах;
- математическим и понятийным аппаратом и методами исследований, составляющими содержание дисциплины.

**Темы и разделы курса:**

1. Введение. История открытия; основные представители ВТСП и их характеристики.

Введение. История открытия; основные представители ВТСП и их характеристики. Влияние структуры и состава кристаллов иттрий бариевых купратов и кристаллов ВТСП на основе  $V_i$  на  $T_c$ .

2. Структуры сильно анизотропных слоистых сверхпроводников.

Структуры сильно анизотропных слоистых сверхпроводников.  $MgB_2$ ; пниктиды железа; органические сверхпроводники. Семейство купратных сверхпроводников. Характерная особенность ВТСП-систем – слоистая структура.

3. Аномалии свойств ВТСП в нормальном состоянии. Когерентный и некогерентный поперечный транспорт.

Аномалии свойств ВТСП в нормальном состоянии. Температурные зависимости сопротивления в нормальном состоянии; Анизотропия сопротивления; Когерентный и некогерентный поперечный транспорт. Метод Монтгомери для измерений компонент тензора сопротивления слоистых систем.

4. Термодинамические свойства ВТСП. ВТСП в магнитном поле:  $H$  -  $T$  фазовая диаграмма.

Термодинамические свойства ВТСП. ВТСП в магнитном поле:  $H$  -  $T$  фазовая диаграмма. Области существования вихревой жидкости, вихревой решетки. Роль пиннинга вихрей.

5. Анизотропная модель Гинзбурга – Ландау; Магнитные свойства.

Анизотропная модель Гинзбурга – Ландау; выражения для основных характерных длин анизотропного сверхпроводника, полученные из анизотропной модели Гинзбурга - Ландау. Магнитные свойства.

6. Фазовые диаграммы ВТСП. Варьирование концентрации носителей в ВТСП.

Фазовые диаграммы ВТСП. Варьирование концентрации носителей в ВТСП; Влияние концентрации кислорода на  $T_c$  иттрий-бариевого купрата, экспериментальные методы варьирования  $T_c$ .

7. Типичные фазовые диаграммы для купратов, органических сверхпроводников и пниктидов железа.

Типичные фазовые диаграммы для купратов, органических сверхпроводников и пниктидов железа; удивительные аналогии фазовых диаграмм различных ВТСП и органических сверхпроводников.

8. Псевдощелевые особенности; Реконструкция ферми-поверхности, ее связь со сверхпроводящими свойствами.

Псевдощелевые особенности; Реконструкция ферми-поверхности, ее связь со сверхпроводящими свойствами. Осцилляции Шубникова – де Гааза и ARPES – сравнение методов исследования электронной структуры, их преимущества и недостатки.

9. Магнетизм и сверхпроводимость.

Обсуждение возможности сосуществования сверхпроводимости и магнетизма. Экспериментальные результаты.

10. Факторы, влияющие на  $T_c$ .

Факторы, влияющие на  $T_c$ . Анализ основных соотношений теории БКШ для предсказания наиболее вероятных путей реального повышения  $T_c$ .

11. Типы сверхпроводящего спаривания.

Обзор современных теорий. Модель RVB, спиновых мешков, биполярная модель, модели с различной симметрией параметра порядка.

12. Прямое наблюдение анизотропии параметра порядка.

Прямое наблюдение анизотропии параметра порядка. Эксперименты на структурах с разориентированными монокристаллами (трикристаллами) иттрий-бариевого купрата. Обсуждение экспериментальных данных.

13. Обзор современных теорий.

Обзор современных теорий. Модель RVB, спиновых мешков, биполярная модель, модели с различной симметрией параметра порядка.

14. Последние открытия ВТСП – систем под давлением с критическими температурами вблизи комнатных.

Последние открытия ВТСП – систем с критическими температурами вблизи комнатных при высоких давлениях: сероводород, гидрид лантана.

15. Практическое применение ВТСП-материалов.

Практическое применение ВТСП-материалов. Создание токонесущих кабелей, сверхпроводящих соленоидов, мощных трансформаторов, высокочувствительных СКВИДов, работающих при температуре жидкого азота.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **Современные направления фотоники**

#### **Цель дисциплины:**

- формирование специальных знаний в области традиционных материалов и элементов планарных интегральных оптоэлектронных структур и новых искусственных электромагнитных материалов с нетипичными электромагнитными свойствами в заданных диапазонах частот электромагнитного излучения и умения конструировать такие материалы при разработке различного рода электромагнитных устройств.

#### **Задачи дисциплины:**

- рассмотрение физических основ и математических методов единообразного описания поверхностного и объёмного рассеяния классических волновых полей;
- рассмотрение метода матричного уравнения Риккати расчета частотных спектров отражения и прохождения одномерных дифракционных решеток и двумерных фотонных кристаллов произвольной топологии элементарного рассеивателя;
- рассмотрение методов численного моделирования оптических задач широкого профиля;
- рассмотрение методов волноводной оптики применительно к задачам о планарных волноводах интегральной оптики;
- рассмотрение основных типов метаматериалов и эффектов резонансного рассеяния электромагнитных волн на малых в масштабе рабочей длины волны элементарных блоках метаматериалов, обуславливающих их электромагнитные свойства;
- рассмотрение резонансных и волноводных эффектов, составляющих основу физики и техники оптики ближнего поля.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- зависимость угловых спектров дифракционной решетки от соотношения длины волны и периода решетки;
- физический смысл индексов и коэффициентов уравнения Риккати;

- зависимость частотного сдвига полосы не пропускания электромагнитного кристалла от его геометрических характеристик;
- радиальное распределение электрического поля электромагнитной волны в малых цилиндрических и сферических частицах при резонансном рассеянии;
- основные типы планарных интегральных волноводов, электромагнитных кристаллов и метаматериалов;
- о возможности гомогенизации неоднородных сред и использовании эффективных параметров сред;
- основы апертурной и безапертурной оптики ближнего поля.

**уметь:**

- применять уравнение Риккати для задачи об отражении и прохождении плоской электромагнитной волны от однородного плоского слоя;
- рассчитывать спектры прохождения брегговских зеркал;
- выбирать наиболее эффективный метод численного расчета конкретной оптической задачи;
- классифицировать метаматериалы.

**владеть:**

- Первичными навыками расчета частотных спектров дифракционных решеток и электромагнитных кристаллов;
- Первичными навыками расчета планарных диэлектрических и плазмонных волноводов;
- Первичными навыками использования эффективных параметров неоднородных сред;
- Физическими основами апертурной и безапертурной оптики ближнего поля.

**Темы и разделы курса:**

1. Понятие о трансформационной оптике. Фотонные кристаллы. Условия формирования частотной полосы не пропускания.

О возможности отрицательного преломления. Инженерия оптического пространства (трансформационная оптика). Преобразование неоднородной волны полного внутреннего отражения в распространяющуюся волну. История вопроса: опыт Квинке и последующие исследования. Положительный коэффициент преломления. Эффект супер – призмы. 2D фотонные кристаллы. «Стопка» слоев. Условия формирования полосы не пропускания в 3D фотонных кристаллах и её устойчивость при нарушении идеальности структуры. Оптимальная толщина слоя 2D инверсного фотонного кристалла. Частотные спектры 2D фотонных кристаллов из стержней или пор. Частотные фильтры, поворотные зеркала, волноводы, смесители – делители, согласователи (taper) на основе 2D фотонных кристаллов. Слой 2D фотонного кристалла. Типичный спектр прозрачности 2D системы

стержней. Формирование частотных полос непропускания. Макроскопическое нерезонансное многократное рассеяние брегговского типа на периодическом потенциале и микроскопическое резонансное рассеяние на уединенном потенциале. Резонансное рассеяние Ми на бесконечном круговом цилиндре. Почему основная полоса?. Основная полоса и монополюсное рассеяние. Плотная упаковка эффективных цилиндров и полоса непропускания. Дополнительная полоса непропускания с всплесками. Поведение полосы непропускания при изменении диэлектрического контраста, угла падения волны, деформации элементарных рассеивателей структуры (на примере стержней). Полоса непропускания. Частотная подстройка.

2. Периодические структуры: на пути к единому методу описания поверхностного и объемного рассеяния классических волновых полей. От дифракционных решеток к фотонным кристаллам

Два типа задач многократного рассеяния классических волновых полей: рассеяние на поверхности и объемное рассеяние. Элементарные представления об уравнениях Фредгольма и Вольтерра. Единообразное описание поверхностного и объемного многократного рассеяния ЭМ волн. Периодические структуры: на пути к единому методу описания поверхностного и объемного рассеяния. Постановка задачи рассеяния ЭМ волны на 3D неоднородной изотропной среде со скалярной диэлектрической проницаемостью. Понятие о Т операторе рассеяния непрерывной и дискретной сред. Представление угловых спектральных амплитуд. Операторные волновые коэффициенты отражения и прохождения системы элементарных слоев при виртуальном расслоении слоя среды. Иллюстрация правила Ватсона композиции операторов рассеяния системы рассеивателей. Смешанная система точных операторных уравнений для волновых коэффициентов отражения и прохождения системы из  $n$  элементарных слоев. Рекуррентные уравнения для системы  $n-1$  элементарных слоев при добавлении  $n$ -ого элементарного слоя. Фундаментальная трансфер матрица. Операторное уравнение Риккати и ассоциированное с ним уравнение в конечных разностях. Периодическая поверхностная и объемная структуры: примеры. Решение уравнения Риккати для однородного плоского слоя. Отражение и прохождение однородного плоского слоя. Угловые спектральные порядки 1D решетки. От дифракционных решеток к фотонным кристаллам.

3. Расчет частотных спектров отражения и прохождения одномерных дифракционных решеток и двумерных фотонных кристаллов методом матричного уравнения Риккати

Уравнение Риккати для матричного волнового коэффициента отражения. ТЕ поляризация. Физический смысл индексов. «Начальные» условия. Физический смысл коэффициентов. Функция трансформации волн.  $Y$  – компонента поля и плотность отраженного потока энергии. Уравнение для матричного волнового коэффициента прохождения. Уравнение Риккати для матричного волнового коэффициента отражения. ТН поляризация. Уравнение для матричного волнового коэффициента прохождения. ТН поляризация. Примеры расчетов на основе уравнения Риккати и ассоциированного с ним уравнения. Бреговские зеркала на основе пористого кремния. Оптический мониторинг. Контроль формы решеток при наноимпринтной литографии (NanoImprint Lithography NIL). Рефлектометрия стопки ленточных решеток. 2D инверсные фотонные структуры: разупорядочение элементарной ячейки. Элементы фотонных интегральных структур (ФИС). Схемы волноводов с двумя 1D и 2D дифракционными решетками на базе структур КНИ

4. Интегрально-оптические устройства

Интегрально-оптические устройства. Пассивные и активные элементы. Волоконные световоды. Волноводы с фотонно – кристаллической структурой. Волоконные световоды с брэгговскими решетками. Сенсоры на основе оптических волноводов с фотонно-кристаллической структурой. Скорость передачи и системы обработки данных. Иерархия длин межсоединений. Оптические межсоединения. Схема ФИС на основе Si с элементами плазмоники. Потери и усиление в децибелах. Волоконно-оптический соединитель. Планарные диэлектрические волноводы. Потери на изгибах. Волновод в инверсной фотонной структуре. Линия задержки: активное электрическое управление скоростью света. Полосковый плазмонный волновод. Волноводы из нанопроволок благородных металлов. Трехслойные структуры (сендвич). Компактные устройства спектрального уплотнения каналов (WDM). Частотный фильтр и линия задержки на кольцах. Мода шепчущей галереи. Фотодетектор. Пример элементов Si ФИС. Способы ввода/вывода ЭМ излучения. Примеры расчетов на основе уравнения Риккати. Резонансное рассеяние на 1D дифракционных решетках. Аномалии Вуда релейского типа. Коэффициент отражения усеченной структуры. Аномалии Вуда-Палме. Роль эванесцентных мод. Периодические структуры из полых трубок. Спектры отражения структур из полых трубок SiO<sub>2</sub> и металл-диэлектрических трубок. Зеркало и поляризатор из «ничего».

## 5. Методы численного моделирования оптических задач

Численное моделирование. Простейшая линейная краевая задача. Структура поля и краевые условия. Метод прогонки. Метод инвариантного погружения. Основные методы численного моделирования оптических задач. Полноволновые и приближенные методы. Метод конечных разностей во времени, FDTD. Разностный вид уравнений Максвелла. Рекуррентная формула. Условие Куранта. 2D фотонный кристалл: TM и TE поляризация. 1D структуры. Диэлектрическая функция, FDTD. Начальные, граничные условия FDTD. Условия на границах области вычислений, FDTD. FDTD, программная реализация. Метод S матрицы рассеяния. Метод разложения по собственным модам. Метод распространения пучка. Метод плоских волн. Метод трансфер (передачи) T матрицы. Метод конечных элементов. Выбор численного метода для моделирования фотонных кристаллов. Примеры моделирования оптического разветвителя методами FDTD и FEM. Дискретная модель головы и сотового телефона, FDTD. Пример моделирования волновода методом BPM.

## 6. Метод конечных элементов

Численное моделирование – коммерческие пакеты и свободные программы. Обзор свободных программ и пакетов. Свободные пакеты для численных расчетов. Метод конечных элементов. Пакеты конечно-элементного анализа. Семинар 7. Свободные пакеты для численных расчетов. OpenFOAM. Impact. Elmer. Физические модели. «Решатели» COMSOL и Elmer. Расчёты в Elmer и сравнение с Comsol. Численные методы решения волновых задач. Краткие основы метода конечных элементов. Проекционные методы. Вариационный метод. Последовательность шагов МКЭ.

## 7. Методы конечных разностей

Методы конечных разностей. Конечные разности. Функции. Частные производные первого порядка по времени и пространству. Уравнения Максвелла. Дискретизация уравнений Максвелла по времени. Разностные уравнения Максвелла в 1D случае. Начало расчёта. Уравнения Максвелла в 2D случае. TE и TM моды. Дискретизация по пространству и времени. TE и TM моды. Уравнения Максвелла в 3D случае. 3D ячейка Yee.

## 8. Оптика одномерных многослойных структур

Резонаторы Фабри – Перо. Брегговские отражатели.

## 9. Волноводная оптика

Моды волноводов. Свойства мод волноводов. Волноводная оптика и оптика многослойных структур. Пример: симметричный планарный волновод. Волноводная оптика и квантовая механика. Дисперсия волновода. Групповая скорость в волноводе. Потери в волноводе. Потери в материале волновода. Потери вследствие оптических утечек. Потери при рассеянии на шероховатости. Потери и диэлектрический контраст волновода. Геометрия волноводов. Оптоволокно. Типы полосковых волноводов. Характерные потери в металлических проводках, оптических и плазмонных волноводах. Спектральные области пропускания оптических волноводов. Электро-оптические характеристики оптических материалов.

## 10. Геометрическое и волновое описание волноводов

Три этапа решения волноводных задач. Дисперсия мод волновода. Диссипативные и недиссипативные системы. Активные и реактивные моды в недиссипативных системах. Некоторые формулы о переносимой модами мощности. Закрытый волновод без потерь. Структура поля вне закрытого планарного волновода без потерь. Поперечное распределение поля  $m$ -ой моды. Геометрическое описание волноводов. Волновое описание волноводов.

## 11. Метод распространения пучка

Оптическое взаимодействие между волноводами. Теория связанных мод.

## 12. История и классификация метаматериалов

История и классификация метаматериалов. Метаматериалы с отрицательной диэлектрической или (и) магнитной проницаемостью; среда Веселаго; гиперболические метаматериалы; метаматериалы с близкой к нулю эффективной диэлектрической проницаемостью; баллистические метаматериалы; фотонные гиперкристаллы. Наличие некоторых свойств метаматериалов у природных веществ. Плёнка серебра как плоская суперлинза Пендри (J. Pendry) с разрешением 64 нм. Метаматериалы с предельно малым эффективным коэффициентом преломления (UltraLow refractive-Index Metamaterials, ULIM) в видимом диапазоне. Аналогия с рентгеновским излучением. Возможность построения маскирующей оболочки: неединственность решения задачи Кальдерона для уравнений Максвелла; сингулярное высвечивание дефектов оболочки; визуализация оболочки черенковским излучением быстрых электронов.

## 13. Типы метаматериалов

Метаматериалы. Типы метаматериалов “из радиотехнических элементов”. Искусственная плазма из металлических проволок. Отрицательное преломление. Среда Веселаго. Преломление вакуум - среда Веселаго. Перенос энергии и прирост фазы волны. Линза обыкновенная. Слой левостороннего материала (ЛНМ) – линза Веселаго. Неоднородная линза Веселаго. Положительный коэффициент преломления. Дважды отрицательные и магнито отрицательные среды. Пример - магнитная восприимчивость проводящего проволочного кольца с индуктивностью и ёмкостью. Изотропные метаматериалы и оболочки на резонансах Ми. Ансамбли и структуры из малых частиц. Диа- парамагнитный пик около плазмонного резонанса. Динамический магнитный отклик частиц Si. Возбуждение более одной моды Ми. Мода шепчущей галереи. Структура поля и добротность МШГ.

#### 14. Резонансное рассеяние: резонансы Ми, Фрëлихера, Фано

Резонансы в наночастицах. Плазмонные рассеиватели. Кольцевые резонаторы. Волноводы и резонаторы из наночастиц. Поглотители на плазмонных эффектах

#### 15. Резонансные и волноводные эффекты оптики ближнего поля

Физические основы апертурной и безапертурной оптика ближнего поля

#### 16. Вводная лекция

Развитие представлений о фотонике и связанных с ней технологий. Фотоника как подотрасль до 1980 года - оптические приборы, управляемые электроникой. Новые направления фотоники 1990 – 2000 годов – микрофотоника, нанооптика, плазмоника, радиофотоника, однофотоника, оптические искусственные материалы. Примеры: волноводы и дифракционные решетки микрофотоники, плазмоники, оптические искусственные материалы. Пояснения: уравнения Максвелла, частота и длина ЭМ волны в среде, уравнения Максвелла в веществе, граница раздела сред «знает» частоту волны, но не «знает» длину волны. Структуры и материалы микрофотоники и нанооптики. Пояснения: бианизотропные среды и их свойства. Метаматериалы. Определение. Области применения искусственных ЭМ материалов.

#### 17. История развития представлений об искусственных волновых материалах

История ЭМ материалов: высвечивание паров ртути. Спонтанное излучение в резонаторе. Диполь в открытом резонаторе. Искусственные периодические волновые структуры. Типы метаматериалов и метаповерхностей. Примеры: биосенсоры на основе 10 нм частиц Au и Ag, волноводы из наночастиц Au, метаповерхности с заданным спектром отражения, наноантенны.

#### 18. Усреднение микроскопических уравнений Максвелла – Лоренца

Основная задача и уравнения электродинамики (ЭД). Приближение электромагнитостатики. Полная система уравнений для электромагнитного (ЭМ) поля и его связи с зарядами и токами. Уравнения для фурье-компонент по времени и алгебраическая система уравнений для фурье-образов. Приближения для усреднения микроскопических уравнений - разделение зарядов на свободные и связанные; слабое действие поля на вещество; усреднение по физически бесконечно малому объему плотности микротоков и зарядов; пренебрежение флуктуациями плотности токов и зарядов. Усреднение микроскопических уравнений Максвелла – Лоренца в высокочастотном пределе. Два метода описания ЭМ поля в веществе в области больших частот. Область применимости уравнений в области

больших частот. Более полная теория ЭМ явлений без ограничения частоты снизу. Электрическое смещение и электрическая индукция. Введение макроскопического магнитного поля и система уравнений Максвелла в веществе. Отсутствие единообразия в терминах свободные и связанные заряды.

#### 19. От плато Дарвина к фотонным кристаллам

От плато Дарвина к фотонным кристаллам. Дифракция рентгеновских лучей в кристалле. Фурье-компоненты поляризуемости среды. Оценка величины Фурье-компоненты поляризуемости на примере кристалла Si. Приближенное решение микроскопического уравнения Максвелла с не усреднённым по физически бесконечно малому объёму распределением концентрации электронов. Приближение однократного рассеяния. Кинематическое приближение и динамическая дифракция. Граничные условия. Глубина проникновения излучения в геометрии Брегга и применимость метода последовательных приближений. Плато Дарвина. Оптически слабые и сильные структуры. 3D фотонный кристалл в рентгене.

#### 20. Формулы Клаузиуса — Моссотти и Лоренц – Лорентца

Формула Клаузиуса — Моссотти. Формула Лоренц - Лорентца. Семинар 3. Упражнения: плоская эванесцентная волна; отличие ряда Фурье от интеграла Фурье; по поводу отрицательных частот. Тензор диэлектрической проницаемости. Пространственно однородная и стационарная среда. Дисперсионное уравнение. Без пространственной дисперсии. Пространственная дисперсия. Вывод формулы общего вида связи тока и поля в линейной ЭД. ЭМ волны в однородной среде без пространственной дисперсии.

#### 21. Уравнения Максвелла в веществе

Уравнения Максвелла в веществе без пространственной дисперсии. Решение в веществе без пространственной дисперсии. Дисперсионное уравнение для поперечного электрического поля. Решение в веществе с пространственной дисперсией. Частотная и пространственная дисперсия. Физический смысл. ЭМ волна в непроводящей среде. Учет проводимости среды. ЭМ волны в диэлектриках и проводниках. Скин слой. Среда как проводник или диэлектрик при разных частотах ЭМ излучения. Поверхностные ЭМ волны на границе вакуум – диэлектрик. Поляризация поверхностной волны. Закон дисперсии поверхностной волны для случая холодной плазмы. Энергия поверхностной электромагнитной волны

#### 22. Пространственная дисперсия и появление новых типов волн

Ионные кристаллы. Общее представление Поляризуемость ионных кристаллов. Пояснение: ЭМ поле диполя. Атомная поляризуемость ионных кристаллов. “Поляризуемость смещения” ионных кристаллов. Оценки атомной поляризуемости и “поляризуемости смещения” ионных кристаллов. Поляритоны в ионном кристалле. Анализ решения биквадратного уравнения. Две ветви закона дисперсии. Дисперсия поляритонов в однородной и изотропной среде. Немагнитные среды. “Правые” поляритонные волны. Решение биквадратного уравнения для “правых” поляритонных волн. Решение биквадратного уравнения для “левых” поляритонных волн («отрицательные» ЭМ волны). Групповая скорость правых и левых поляритонных волн. Дисперсионные зависимости для «правых» и «левых» ЭМ волн

### 23. Электромагнитные волны в анизотропных средах

Свободное электромагнитное поле в однородном анизотропном веществе. Прохождение света через холерический жидкий кристалл. Закон дисперсии и типы электромагнитных волн в одноосном кристалле. Направление вектора потока энергии необыкновенной волны, распространяющейся в одноосном кристалле с волновым вектором под углом к оптической оси.

### 24. Электромагнитное поле в немагнитной одномерно неоднородной среде

ЭМ поле в немагнитной неоднородной среде. 1D неоднородность вдоль оси  $z$ . Эффективный размер неоднородности среды. Приближенное решение. Решение около точек  $f = 0$ . Уравнение Пуассона. Уравнение Лапласа. Графики первых полиномов Лежандра. Проводящий шар в постоянном однородном электрическом поле. Диэлектрический шар в постоянном однородном электрическом поле. Точечные заряды, разделенные шаром. Полная энергия двух заряженных металлических шаров.

### 25. Геометрическая оптика неоднородной среды

Геометрическая оптика неоднородной среды. Разложение по степеням малого параметра в виде отношения длины волны к характерному размеру неоднородности. Первое приближение. Условие существования продольных и поперечных волн в неоднородной среде. Волновой фронт и луч в эйкональном приближении. Интенсивность и оптическая длина луча

### 26. Практическая задача геометрической оптики неоднородной среды

Практическая задача геометрической оптики неоднородной среды (слайд. Дифракция света. Определения. Области дифракции Френеля и Фраунгофера. Дифракция Френеля. Схематическое изображение областей дифракции. Приближенный переход к параболическому уравнению. Решение. Уравнение для двухчастотной коррелятивной функции. Характерные параметры лазерного пучка. Влияние регулярной и турбулентной атмосферы на распространение светового импульса. Описание оптических свойств немагнитных материалов. Диэлектрическая функция. Нормальная и аномальная дисперсия. Модель Лорентца. Поправки Лоренца – Лорентца. Формула Клаузиуса — Моссотти. Ансамбль  $N$  осцилляторов Модель Друде

### 27. Средняя плотность электромагнитной энергии в диспергирующей среде

Средняя плотность ЭМ энергии в непоглощающей среде с дисперсией. Метод М.Л. Левина. Физический смысл средней по времени плотности энергии. Средняя плотность ЭМ энергии в диспергирующей среде. Общий случай. Почему рассматриваем дисперсию волн на примере плазмы? Тензор диэлектрической проницаемости холодной плазмы во внешнем магнитном поле; Холодная плазма без внешнего магнитного поля; Диэлектрическая проницаемость в высокочастотном случае

### 28. Отражение и преломление электромагнитных волн на границе двух сред

Отражение плоскополяризованной ЭМ волны от плоской поверхности среды. Плоскость поляризации ЭМ волны:  $s$  – и  $p$  – волны. Полубесконечные среды - граничные условия. Прозрачные среды - отражение, преломление. Амплитуды падающей, отраженной и преломленной волн. Поляризация волны при отражении. Фаза волны при отражении и преломлении. Амплитуда и фаза волны при отражении Угловая зависимость коэффициента отражения волн разной поляризации. Примеры: преломление волны из более плотной

среды – внешняя эффективность светоизлучающих диодов (СИД); сканирование неоднородной волны, появляющейся при полном внутреннем отражении; эффект Фёдорова - Имберта: спиновый эффект Холла для света. Ограничения применимости формул Френеля.

#### 29. Сдвиг Гуса-Хенхен: теория и практические приложения

Эффект Гуса-Хенхен, проявляющийся в продольном сдвиге пучка по отношению к предсказываемой геометрической оптикой траектории распространения оптического пучка, испытывающего полное внутреннее отражение при падении из более плотной в менее плотную среду. Связь сдвига с возбуждением поверхностных волн, экспоненциально затухающих в менее плотной среде. Способы усиления эффекта.

#### 30. Пространственная дисперсия, отрицательное преломление и отрицательная групповая скорость

Пространственная дисперсия, отрицательное преломление и отрицательная групповая скорость. Леонид Исаакович Мандельштам, Лекции 1944 года: волновой вектор, групповая скорость, принцип причинности. Граничная задача и правило отбора преломленной волны. Граничная задача и принцип причинности для импульса с передним амплитудным фронтом. Неоднозначность решения граничной задачи для плоской монохроматической волны. Выбор констант на примере  $s$  поляризации волны. Универсальная формулировка правил отбора преломленной волны. Выбор знака поперечной компоненты волнового вектора в среде преломления: три энергетических соображения при выборе знака поперечной компоненты волнового вектора в среде преломления. Фундаментальное соотношение Д.В. Сивухина, связывающее среднюю по времени объёмную плотность энергии ЭМ поля со средним по времени значением вектора Пойнтинга, волновым вектором и групповой скоростью. Важные факторы среды и волны в проблеме законов преломления и групповой скорости: искусственные среды и отрицательная групповая скорость

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **Современные проблемы фотоники**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение современных направлений и проблем фотоники.

#### **Задачи дисциплины:**

- изучение оптического разрушения кристаллов;
- изучение физики фотонных кристаллов и микроструктурных оптических волокон;
- знакомство с нанофотоникой.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- теоретические основы физики фотонных кристаллов и микроструктурных волокон;
- теоретические основы физики оптического разрушения кристаллов.

##### **уметь:**

- ориентироваться в современных направлениях фотоники.

##### **владеть:**

- представлением о современных проблемах фотоники.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Волноводная фотоника

1.1. Планарные и полосковые волноводы

1.2. Механизмы потерь в оптических волноводах. Управление излучением в оптических волноводах

1.3. Методы расчёта мод и дисперсионных характеристик для трёхмерных оптических волноводов

2. Фотонные кристаллы

2.1. Одномерные двумерные и трёхмерные фотонные кристаллы

2.2. Взаимодействие оптического излучения с фотонными кристаллами, роль плотности фотонных состояний. Управление светом в фотонных кристаллах

2.3. Оптическое излучение в линейных и нелинейных оптических структурах

3. Микроструктурированные волокна

3.1. Способы изготовления микроструктурных волокон. Оптические свойства микроструктурных волокон

3.2. Генерация суперконтинуума с помощью микроструктурных оптических волокон

4. Оптическое разрушение волокон и кристаллов

4.1. Линейное и нелинейное оптическое поглощение, способы измерения оптического поглощения (лазерная калориметрия, пьезорезонансная спектроскопия)

5. Оптическое разрушение волокон и кристаллов

5.1. Механизмы оптического разрушения диэлектриков и способы описания

5.2. Методы определения порога оптического разрушения нелинейно-оптических кристаллов

6. Оптика наночастиц

6.1. Оптические свойства металлических наночастиц

6.2. Оптические свойства полупроводниковых наночастиц

6.3. Применение наночастиц, связанное с их оптическими свойствами

7. Оптика квантовых ям, сверхрешёток и квантовых точек

7.1. Размерное квантование электронных состояний. Правила отбора при оптических переходах

7.2. Резонансное отражение и поглощение света в структурах с квантовыми ямами. Квантовые микрорезонаторы

7.3. Электрон-фононное взаимодействие в квантовых точках. Оптические методы исследования и применение квантовых точек

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **Современные проблемы электроники**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение современных направлений в исследовании твердотельных структур и создании на их основе принципиально новой электронной компонентной базы.

#### **Задачи дисциплины:**

- знакомство с современными физическими объектами, актуальными для фундаментальных и прикладных исследований;
- изучение физических моделей, описывающих эффекты в этих объектах;
- изучение практических проблем, на решение которых могут быть направлены прикладные научные разработки в области физики твердого тела.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные актуальные научные направления в области создания твердотельных структур для новой элементной базы микро- и нанoeлектроники, а также ориентироваться в актуальных направлениях научных исследований и перспективных эффектах в различных твердотельных структурах.

##### **уметь:**

- работать с научной литературой по физике твердого тела и понимать содержание оригинальных научных статей в периодических изданиях;
- применять знания, полученные в курсах «Теоретической физика. Основы квантовой механики», «Физика твердого тела» и «Электронные свойства твердых тел» для понимания эффектов и их физических моделей в современных твердотельных структурах;
- излагать свои мысли и доводы, пользуясь грамотным техническим языком и научной терминологией.

##### **владеть:**

- профессиональной терминологией, теоретическими моделями, описывающими основные эффекты в твердотельных структурах.

### **Темы и разделы курса:**

1. Детекторы субмиллиметрового и терагерцового диапазонов.
  - 1.1. Терагерцовый диапазон и область его применения.
  - 1.2. Параметры оценки эффективности детекторов мощности и супергетеродинных смесителей.
  - 1.3. Боллометры и диоды.
  - 1.4. Методы интеграции детекторов в квазиоптический тракт.
  
2. Способы генерации субмиллиметрового и терагерцового диапазонов.
  - 2.1. Линии СВЧ-передач с нормальной и аномальной дисперсией.
  - 2.2. Лампы обратной и бегущей волны.
  - 2.3. Гармонические умножители.
  - 2.4. Квантовые каскадные лазеры.
  - 2.5. Генераторы на вязком потоке джозефсоновских вихрей.
  - 2.6. Импульсные генераторы с использованием фемтосекундных лазеров и непрерывная генерация при помощи смешивания оптических мод.
  
3. Плазмоны и наноплазмоника.
  - 3.1. Модель Друде. Трехмерные плазмоны.
  - 3.2. Поверхностные плазмоны-поляритоны и их дисперсия.
  - 3.3. Способы возбуждения поверхностных плазмонов-поляритонов.
  - 3.4. Сенсоры на поверхностных плазмонах. Плазмонные наноплазмонные антенны.
  - 3.5. Взаимодействие оптических наноплазмонных антенн с квантовыми точками.
  
4. Низкоразмерные электронные структуры. РТД.
  - 4.1. Способы создания низкоразмерных электронных систем.
  - 4.2. Размерное квантование. Двухбарьерные (резонансно-туннельные) диоды. Их характеристики во внешнем магнитном поле.
  - 4.3. Поляроны.

5. Низкоразмерные электронные структуры. Полевые транзисторы с двумерным электронным газом.

5.1. Механизмы рассеяния электронов. Способы увеличения подвижности в квантовых ямах.

5.2. Плазмоны в двумерном газе.

5.3. Нелинейные плазменные эффекты. Ректификация.

5.4. Терагерцовые смесители на транзисторах с эффектом ректификации.

6. Графен и его свойства.

6.1. История открытия. Свойства.

6.2. Электронный спектр в графене. Исследование поверхностных состояний методами ARPES.

6.3. двумерные структуры на основе графена.

7. Основные методы просвечивающей микроскопии электронной микроскопии сверхвысокого разрешения.

7.1 Методы коррекции сферических aberrаций.

7.2. Голография. Методы измерения магнитного момента и электростатического потенциала.

8. Краевые состояния в графене. Топологические изоляторы.

8.1 Таммовские краевые состояния.

8.2. Проводимость перфорированного графена.

8.3. Топологические изоляторы с каналами проводимости, невырожденными по спину.

9. Однофотонные детекторы.

9.1 Основы квантовой информации.

9.2. Цели оптимизации однофотонных детекторов.

9.3. Сравнительный анализ сверх- и полупроводниковых детекторов.

10. Датчики магнитного поля на основе ВТСП-сквидов нового поколения.

- 10.1. Эффект джозефсона и квантовая интерференция.
- 10.2. СКВИД-магнетометры на основе перовскитных джозефсоновских переходов.
- 10.3. Практические применения СКВИД-магнетометров.
  
- 11. Переключатели на основе нанодиодов Шоттки.
  - 11.1. Диоды Шоттки.
  - 11.2. Особенности продвижения в наноразмерную область.
  
- 12. Сверхпроводниковые метаматериалы.
  - 12.1. 1D и 2D метаматериалы и способы их реализации.
  - 12.2. Способ создания метаматериалов с управляемыми свойствами с использованием джозефсоновских переходов.
- 13. NV-центры в алмазе.
  - 13.1. Энергетический спектр NV-центров.
  - 13.2. Способы управления кубитами на NV-центрах.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **Спектроскопия полупроводников и диэлектриков**

#### **Цель дисциплины:**

–познакомить студентов с основными понятиями и идеями в этой области, с постановкой задач и подходами к их решениям. Предполагается, что, прослушав этот курс, студенты смогут читать и понимать текущую научную периодику в этой области.

#### **Задачи дисциплины:**

- дать студентам необходимые знания в области спектроскопии полупроводников и диэлектриков, познакомить со всем многообразием экспериментальных эффектов, показать, как эти экспериментальные результаты объясняются в рамках современных теоретических моделей. Помимо традиционных разделов, описывающих оптические явления в объемных образцах, в курсе большое внимание уделено самым современным направлениям, таким, как спектроскопия низкоразмерных систем в условиях квантового эффекта Холла, Бозе-конденсация экситонов и др.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные понятия по теме дисциплины;
- квантовую теорию межзонных переходов;
- физику непрямых электрон-фононных оптических переходов;
- модель Лоренц-Лоренца диэлектрической проницаемости;
- кр-метод расчета электронного спектра вблизи экстремумов
- экситоны Френкеля и Ванье-Мотта;
- влияние внешних статических полей на экситонные спектры;
- эффекты коллективного взаимодействия в системе экситонов и неравновесных носителей большой плотности;
- примесные состояния в диэлектриках и полупроводниках;
- приближение огибающей

- эффекты оптической ориентации спинов носителей и экситонов в полупроводниках;
- оптические свойства низкоразмерных структур
- упругое и неупругое рассеяние света в полупроводниках
- оптические свойства двумерных материалов

**уметь:**

- использовать адиабатическое приближение, кр-метод, приближение огибающей;
- анализировать оптические спектры поглощения и люминесценции;
- учитывать взаимодействие электронов с деформационными и поляризационными колебаниями кристаллической решетки;
- учитывать эффекты запаздывания и пространственной дисперсии в области экситонных резонансов;
- учитывать экранирование в случаях невырожденного и вырожденного электронного (дырочного) газа;
- решать задачи по теме дисциплины.

**владеть:**

- теоретическими основами оптических методов исследований кристаллов;
- приближением эффективной массы для вычисления спектров водородоподобных примесей и экситонов;
- математическим и понятийным аппаратом и методами исследований, составляющими содержание дисциплины.

**Темы и разделы курса:**

1. Электроны в идеальном кристалле и представления о энергетических зонах.

Электроны в идеальном кристалле и представления о энергетических зонах. Общая постановка задачи. Адиабатическое приближение. Одноэлектронное приближение, метод Хартри-Фока. Методы Гайтлера-Лондона-Гейзенберга и Гунда-Блоха в электронной теории кристаллов. Общие свойства электрона, движущегося в периодическом кристаллическом поле. Модель Кронига-Пенни. Эффективная масса, понятие о положительных дырках. Гамильтониан Латтинджера, легкие и тяжелые дырки. Приближение сильно связанных электронов.

2. Структура энергетических зон для конкретных полупроводников: германий, кремний, арсенид галлия. Междузонные оптические переходы и оптические свойства.

Структура энергетических зон для конкретных полупроводников: германий, кремний, арсенид галлия. Междузонные оптические переходы и оптические свойства. Общий теоретический анализ межзонных оптических переходов. Основные приближения.

Гамильтониан электрон-фотонного взаимодействия. Квантовая теория межзонных переходов. Связь с оптическими константами на примере осциллятора Лоренца. Диэлектрическая проницаемость, коэффициенты поглощения, экстинкции отражения, показатель преломления.

3. Аналитическое поведение оптических констант в критических точках энергетического спектра. Непрямые электрон-фононные оптические переходы.

Аналитическое поведение оптических констант в критических точках энергетического спектра (сингулярности Ван Хова, точки максимумов, минимумов, седловые точки). Случаи 3-х, 2-х и 1-го измерений. Теоретический анализ и экспериментальные примеры: германий, слоистые полупроводниковые структуры. Взаимодействие электронов с деформационными и поляризационными колебаниями кристаллической решетки. Электронный полярон. Модель Фрелиха поляризационного электрон-фононного взаимодействия. Непрямые электрон-фононные оптические переходы. Примеры — германий, кремний, фосфид галлия.

4. Многофотонные оптические переходы и структура оптических констант.

Многофотонные оптические переходы и структура оптических констант. Двухфотонное поглощение. Влияние внешних статических воздействий на электронные спектры полупроводников. Гидростатическое давление и влияние одноосных направленных деформаций. Воздействие статического электрического поля и эффект Франца-Келдыша.

5. Магнитооптические свойства кристаллов. Плазменные колебания и структура плазменного края. Оптические свойства нормального металла и сверхпроводника.

Воздействие внешнего статического магнитного поля. Осциллятор Ландау и диамагнитное квантование электронного спектра. Магнитооптические осцилляции в спектрах поглощения полупроводников. Электрон в гармоническом потенциальном поле (модель Фока-Дарвина). Оптические свойства металлов по Друде-Лоренцу. Плазменные колебания и структура плазменного края. Затухание плазменных колебаний (затухание Ландау). Оптические свойства нормального металла в пределе низких частот. Формула Хагена-Рубенса. Скин-слой и аномальный скин эффект.

6. Экситоны в кристаллах. Приближение сильной связи и экситоны Френкеля. Водородоподобная модель экситона. Экситоны в сильно анизотропных кристаллических средах.

Экситоны в кристаллах. Приближение сильной связи и экситоны Френкеля. Поперечное и продольное расщепление. Давыдовская дублетная структура спектров молекулярных кристаллов (экспериментальные примеры: бензол, антрацен и др.). Водородоподобная модель экситона (экситоны Ванье-Мотта). Приближение эффективной массы для водородоподобного экситона. Два класса дискретных экситонных спектров: разрешенные и запрещенные в нулевом порядке по волновому вектору оптические переходы. Поглощение в области диссоциированных экситонных состояний. Экситоны в сильно анизотропных кристаллических средах.

7. Экситон-фононное взаимодействие с деформационными и поляризационными фононами и непрямые экситон-фононные переходы. Поляризационное и диэлектрическое экранирование электрон-дырочного взаимодействия в экситоне.

Экситон-фононное взаимодействие с деформационными и поляризационными фононами и непрямые экситон-фононные переходы. Примеры — германий, кремний и арсенид галлия. Поляризационное и диэлектрическое экранирование электрон-дырочного взаимодействия в экситоне. Потенциал Юкава. Экранирование в случаях невырожденного и вырожденного электронного (дырочного) газа, соответствующие длины экранирования — Дебая-Хюккеля и Томаса-Ферми. Рентгеновские экситоны.

8. Влияние внешних статических полей на экситонные спектры: экситоны в электрическом поле, в магнитном поле, в условиях одноосных направленных деформаций.

Влияние внешних статических полей на экситонные спектры: экситоны в электрическом поле, в магнитном поле, в условиях одноосных направленных деформаций. Диамагнитные экситоны. Эффекты запаздывания и пространственной дисперсии в области экситонных резонансов. Экситонные поляритоны, добавочные свето-экситонные волны и их экспериментальные наблюдения.

9. Эффекты коллективного взаимодействия в системе экситонов и неравновесных носителей большой плотности. Экситонные молекулы и трионы Бозе-эйнштейновская конденсация экситонов.

Эффекты коллективного взаимодействия в системе экситонов и неравновесных носителей большой плотности. Экситонные молекулы и трионы (экспериментальные примеры — германий, кремний, арсенид галлия). Бозе-эйнштейновская конденсация экситонов. Лазерное охлаждение и бозе-эйнштейновская конденсация разреженных атомных систем.

10. Конденсация экситонов в капли электрон-дырочной жидкости (ЭДЖ). Переход Мотта в системе экситонов большой плотности. Экситонно-примесные комплексы.

Конденсация экситонов в капли электрон-дырочной жидкости (ЭДЖ). Расчет энергии основного состояния ЭДЖ (пример — германий). Фазовая диаграмма перехода: экситонный газ — электрон-дырочная жидкость. Переход Мотта в системе экситонов большой плотности. Увлечение электрон-дырочных капель фононами. Рекомбинационный магнетизм капель ЭДЖ. Гигантские электрон-дырочные капли. Экспериментальные примеры.

11. Примесные состояния в диэлектриках и полупроводниках. Глубокие и мелкие примесные центры. Акцепторы и доноры. Экситонно-примесные комплексы.

Примесные состояния в диэлектриках и полупроводниках. Глубокие и мелкие примесные центры (классификация состояний, многоэлектронные состояния, кристаллические расщепления). Мелкие электрически активные примесные центры — акцепторы и доноры. Донорно-акцепторные пары и связанная с ними излучательная рекомбинация. Экситонно-примесные комплексы — аналог молекулярных систем в полупроводнике.

12. Многоэкситонные примесные комплексы, оболочечная модель таких комплексов. Оптическая ориентация спинов носителей и экситонов в полупроводниках.

Многоэкситонные примесные комплексы, оболочечная модель таких комплексов. Электрон-электронные корреляции и тонкая структура многоэкситонных комплексов. Оптическая ориентация спинов носителей и экситонов в полупроводниках. Спин-решеточная и спин-спиновая релаксация.

Двумерные полупроводниковые системы. Структуры металл-диэлектрик-полупроводник, гетероструктуры: квантовые ямы, сверхрешетки, квантовые нити и точки. Полевой

транзистор. Спектры размерного квантования в низкоразмерных системах. Двумерные экситоны в квантовых ямах и связанных квантовых системах.

### 13. Упругое и неупругое рассеяние света в полупроводниках.

Упругое и неупругое рассеяние света в полупроводниках. Классический подход. Рэлеевское рассеяние, рассеяние Ми. Сечение рассеяния. Комбинационное рассеяние, тензор рассеяния. Стоксова и антистоксова компоненты сигнала рассеяния. Квантомеханическая модель комбинационного рассеяния. Диаграммный подход к вычислению сечения рассеяния.

### 14. Двумерные материалы: графен, дихалькогениды переходных металлов. Проводимость двумерных структур и особенности, связанные с линейным законом дисперсии в графене. Оптические свойства 2D материалов.

Двумерные материалы: графен, дихалькогениды переходных металлов. Свойства и особенности. Электронный спектр 2D материалов. Проводимость двумерных структур и особенности, связанные с линейным законом дисперсии в графене. Оптические свойства 2D материалов. Экситоны, трионы и примеси в 2D материалах.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **Специальные главы физической электроники**

#### **Цель дисциплины:**

Изучение физических основ работы формирователей сигналов изображения.

#### **Задачи дисциплины:**

- Знакомство с основными физическими принципами формирования изображений;
- Изучение процессов распространения и регистрации излучения в различных спектральных диапазонах;
- Изучение основных физических процессов, используемых в процессе формирования изображений различных спектральных диапазонов.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

Основные физические явления, обеспечивающие распространение и регистрацию электромагнитного излучения, и формирование изображений.

##### **уметь:**

Вычислять параметры физических процессов при формировании сигналов изображения.

##### **владеть:**

Теоретическими моделями оптических элементов, устройств регистрации излучения, обработки сигналов изображения.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Формирование оптических изображений.

Глаз как оптический прибор

Основные характеристики зрительного аппарата человека

Распространение оптических лучей

Диапазоны спектра для формирователей изображения

Пропускание излучения атмосферой

2. Излучение абсолютно черного тела. Основы фотометрии.

Излучение абсолютно черного тела

Тепловой контраст

Основные фотометрические понятия

3. Оптические системы формирования изображений, их параметры.

Элементы оптических систем

Основные законы геометрической оптики

Искажения изображения в оптических системах

Оптические материалы для тепловизионных систем

Тепловые эффекты в оптических системах

Пассивная оптическая компенсация температурных изменений

Отражения от холодных поверхностей

Основные характеристики качества оптических систем

4. Регистрация изображений.

Одиночный фотоприемник, линейка, матрица

Квантование и дискретизация

Мгновенное и общее поле зрения, дифракционный предел

Освещенность в фокальной плоскости

Регистрация точечных источников излучения

5. Типы формирователей сигналов изображения ИК диапазона.

Последовательное и параллельное разложение картины

Обработка сигнала

Сканирующие системы

Системы без сканирования

Инфракрасные полупроводниковые видиконы

Пирозлектрические видиконы

Электронно-оптические преобразователи

Использование ПЗС в формирователях сигналов изображения

6. Сканирующие системы.

Плоское качающееся зеркало

Вращающийся зеркальный барабан

Вращающиеся преломляющие призмы

Вращающиеся преломляющие клинья

Другие системы сканирования

Эффекты затемнения

7. Фоточувствительные элементы формирователей сигналов изображения.

Типы фоточувствительных элементов

Основные характеристики фоточувствительных элементов

Характеристики шума фотоприемника и фотоприемного устройства

Пространственно-частотная характеристика

Показатель качества фотоприемных устройств

8. Охлаждение фоточувствительных элементов.

Требования на рабочую температуру

Охлаждение жидкими газами

Микротеплообменники на основе эффекта Джоуля-Томсона

Газовые криогенные машины

Термоэлектрические охладители

9. Схемы считывания в формирователях сигналов изображения.

Требования к схемам считывания

Основные виды схем считывания

Схема прямой инжекции тока

Схема с трансимпедансным усилителем

Приборы с переносом заряда

Схемы мультиплексирования

Передаточные и шумовые характеристики схем считывания

Гибридизация схем считывания и матриц фоточувствительных элементов

10. Режимы работы схем считывания матричных ФПУ.

Поэлементный опрос

Считывание линеек матричного ФПУ

Полнокадровое интегрирование фототока

Режим Snap-Shot

11. Режим временной задержки и накопления.

Принцип работы

Основные характеристики

Структура схем считывания для работы в режиме ВЗН

12. Коррекция неоднородности матричных фотоприемных устройств.

Физические причины неоднородности

Требования на разрядность АЦП

Долговременная стабильность параметров и корректируемость МФПУ

Методы коррекции неоднородности с использованием опорных источников излучения

Адаптивные методы калибровки по сигналам сцены

13. Основы цифровой обработки сигналов для формирователей сигналов изображения на основе матричных и многорядных фотоприемных устройств.

Структура блоков

Модуль синхронизации с блоком оптико-механической развертки

Модуль АЦП

Модуль коррекции геометрического шума

Модуль регулировки яркости и контрастности

Модуль формирования видеосигнала

#### 14. Критерии пространственного разрешения при формировании изображений.

Интеграл свертки

Преобразование Фурье

Теорема свертки и оптическая передаточная функция

Применение операций свертки к процессам воспроизведения изображения

Оптические передаточные функции типичных элементов

Влияние электрических систем обработки сигнала на оптические передаточные функции

Ухудшение модуляционной передаточной функции вследствие движения и неопределенности положения изображения

#### 15. Критерии чувствительности формирователей сигналов изображения.

Эквивалентная шуму разность температур

Минимальная разрешаемая разность температур

Минимальная обнаруживаемая разность температур

Температурно-частотная характеристика

Эквивалентная шуму излучательная способность

Характеристики приемного устройства

Выбор спектрального диапазона

Факторы, характеризующие коэффициент полезного действия собирающей инфракрасной оптической системы

Параметры эффективности работы

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **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: электроника и квантовые технологии**

### **Твердотельная волновая электроника**

#### **Цель дисциплины:**

- формирование у студентов понимания физических принципов работы устройств волновой электроники.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление студентов с физическими основами волновой электроники;
- развитие у студентов умения применять физические эффекты для практического использования;
- обзор основных направлений развития современной волновой электроники и помощь в выборе темы бакалаврской работы.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- физические принципы работы устройств волновой электроники.

##### **уметь:**

- приближенно определять основные характеристики волновых процессов в твердом теле.

##### **владеть:**

- основами расчета и конструирования устройств волновой электроники.

#### **Темы и разделы курса:**

##### **1. Введение**

Плоская волна. Фазовая и групповая скорости. Двумерный волновод. Дисперсия. Отражение от границы в одномерном случае. Импеданс. КСВ. Типы симметрии кристаллов. Связь симметрии кристалла и вида тензоров его материальных констант.

## 2. Волновое уравнение упругой среды

Определение тензоров механического напряжения и деформации. Тензор модулей упругости. Обозначения Фойгта. Решение волнового уравнения для бесконечной среды. Тензор Кристоффеля.

## 3. Объемные волны в упругой среде

Продольные и поперечные волны. Поверхность обратных скоростей. Фазовая и групповая скорости плоской волны в анизотропной упругой среде. Пьезоэлектрическая среда. Ужестчение упругих модулей. Тензор Кристоффеля для пьезоэлектрической среды.

## 4. Поверхностные волны в упругой среде

Поверхностные акустические волны (ПАВ). Вывод уравнений и основные свойства волн Рэлея, Гуляева-Блюстейна. Влияние анизотропии.

## 5. Упругие волны в слоистых средах

Отражение объемных и поверхностных волн от границ раздела и неоднородностей. Волны Лэмба. Волны Лява.

## 6. Поглощение акустических волн

Механизмы взаимодействия объемных акустических волн с электронами проводимости в полупроводниках. Приближение Ландау-Румера. Приближение Ахиезера. Электронное поглощение и усиление объемных и поверхностных волн.

## 7. Акустоэлектроника

Акустоэлектрический эффект. Влияние электронов в полупроводнике на скорость звука. Акустоэлектронное взаимодействие в магнитном поле. Акустомагнитоэлектрический эффект. Акустотермические эффекты.

## 8. Приборы акустоэлектроники

Акустоэлектронные устройства на объемных акустических волнах: линии задержки, резонаторы, фильтры. Акустоэлектронные устройства на поверхностных акустических волнах: многоотводные и дисперсионные линии задержки, резонаторы, фильтры, конвольверы и корреляторы.

## 9. Акустооптика

Акустооптическое взаимодействие в твердых телах, режимы Брэгга и Раман-Ната. Акустооптические устройства: диффракторы, модуляторы, фильтры.

## 10. Спин-волновая электроника

Магнитные кристаллы. Энергия магнитоупорядоченного кристалла, объемное и релятивистские взаимодействия. Спиновые волны. Магнитоупругое взаимодействие. Поверхностные магнитостатические волны. Приборы спин-волновой электроники.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **Теория твердотельных лазеров**

#### **Цель дисциплины:**

ознакомление магистрантов с основными типами лазеров и подготовка к изучению других специализированных курсов по квантовой электронике.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение слушателями фундаментальных теоретических знаний по принципам работы лазеров и измерения параметров лазерного излучения, устройству твердотельных лазеров, основным применениям лазеров.
- создание у магистрантов базиса для изучения смежных дисциплин квантовой электроники;
- изучение и освоение методов теоретического описания динамики процессов накачки и формирования излучения в лазерах.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- Предмет специальности «Теория твердотельных лазеров», основные типы лазеров и их роль в развитии современной науки и техники, принципы работы твердотельных лазеров и основные параметры лазерного излучения.
- Источники и системы оптической накачки. Методы теоретического описания динамики процессов накачки и формирования излучения в лазерах.
- Тепловые процессы в лазерных элементах.
- Оптические схемы и элементы резонаторов.

##### **уметь:**

- определять функциональную схему лазера.
- определять и анализировать параметры лазерного излучения.
- оценивать параметры активной среды и резонатора лазера.

- оценивать возможность и целесообразность применения лазеров в различных областях науки и техники.

**владеть:**

- методами теоретического описания динамики процессов накачки и формирования излучения в лазерах.
- навыками использования необходимой литературы для решения задач в расчете и конструировании лазеров.
- Методами получения ультракоротких импульсов лазерного излучения.
- Методами повышения эффективности оптической накачки.
- Методами управления пространственными характеристиками лазерного излучения.

**Темы и разделы курса:**

1. Основные типы лазеров

Основные типы лазеров и их роль в развитии современной науки и техники.

Предмет и краткая история развития лазеров. Функциональная схема лазера. Параметры и характеристики лазерного излучения. Активные среды твердотельных лазеров. Коэффициенты усиления и потерь в активной среде. Влияние спектрально-люминесцентных свойств лазерных кристаллов на энергетические характеристики лазерного излучения. Сравнительные характеристики лазеров.

2. Режимы работы лазеров. Расчет энергетических параметров лазерного излучения

Режимы работы лазеров. Расчет энергетических параметров лазерного излучения

Кинетика инверсной населенности под действием оптической накачки. Дифференциальное уравнение для плотности светового потока. Система балансных уравнений и частных производных. Усредненные балансные уравнения. Расчет плотности инверсной населенности на предгенерационном этапе. Стационарный режим генерации. Мощность выходного излучения. Распределение мощности излучения внутри резонатора лазера. Импульсный режим генерации. Генерация излучения в режиме модуляции добротности резонатора лазера. Режим свободной генерации. Режим синхронизации мод. Лазерные системы с синхронизацией мод. Методы получения ультракоротких импульсов лазерного излучения.

3. Источники и системы оптической накачки

Источники и системы оптической накачки.

Спектры поглощения лазерных кристаллов. Источники оптической накачки лазерных кристаллов. Лазерная накачка. Расчет эффективности отражателя. Методы повышения эффективности оптической накачки.

#### 4. Тепловые процессы в лазерных элементах

Тепловые процессы в лазерных элементах.

Источники тепловыделения в твердотельных лазерах. Температурные зависимости спектроскопических параметров активных сред. Термооптические искажения активных элементов и их влияние на параметры лазерного излучения. Волноводные активные элементы.

#### 5. Оптические схемы и элементы резонаторов

Оптические схемы и элементы резонаторов

Расходимость излучения твердотельного лазера. Методы управления пространственными характеристиками лазерного излучения. Оптические системы лазеров с дисперсионным резонатором, с модуляцией добротности резонаторов, с нелинейно-оптическим преобразователем частоты излучения.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **Технология и оборудование литографических процессов**

#### **Цель дисциплины:**

- формирование специальных знаний в области технологии литографии, о физических и химических особенностях материалов, применяемых в технологии литографии, основах проведения технологических и контрольно-измерительных операций литографии, о физических и технических принципах конструктивного исполнения технологического оборудования, используемого в литографических процессах.

#### **Задачи дисциплины:**

- рассмотрение принципов и методов выполнения операций, составляющих технологический процесс литографии;
- рассмотрение физических и химических особенностей основных материалов, применяемых в технологии литографии;
- рассмотрение основных этапов технологического процесса фотолитографии;
- рассмотрение основных принципов формирования изображения в фоторезистной маске;
- рассмотрение принципов моделирования литографического процесса с учетом каждого отдельно взятого этапа;
- рассмотрение перспектив развития технологии;
- рассмотрение принципов и методов выполнения операций, составляющих технологический процесс литографии;
- рассмотрение физических и химических особенностей основных материалов, применяемых в технологии литографии.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- сущность процессов литографии;
- методы проведения технологических процессов;
- перспективы развития технологии литографии.

**уметь:**

- выполнять основные процессы фотолитографии;
- выполнять и корректировать режимы процессов;
- проводить оптимальный подбор технологических режимов процессов.

**владеть:**

- первичными навыками разработки технологических операций фотолитографии;
- первичными навыками работы на технологическом оборудовании;
- основными методами анализа оценки качества технологических операций и технологических процессов.

**Темы и разделы курса:**

## 1. Вводное занятие

Технология и материалы литографии. Стоимость литографического процесса и технологическое оборудование. Международная технологическая дорожная карта для полупроводникового производства. Закон Мура. Место фотолитографии в современной технологии.

## 2. Позитивные фоторезисты

Диазохиноновые фоторезисты, их фотохимические свойства и растворимость, механизмы химических превращений, срок хранения и контроль качества, экспонирование. ПММА (полиметилметакрилат).

## 3. Негативные фоторезисты

Состав и свойства негативных фоторезистов, чувствительность и контрастность, экспонирование. Фотополимеризация.

## 4. Подготовка поверхности пластин и нанесение резистных пленок

Очистка поверхности пластин. Причины и механизмы загрязнения и их последствия. Удаление загрязнений. Центрифугирование. Другие методы нанесения резистных покрытий.

## 5. Предэкспозиционная сушка резистных пленок

Кинетика процессов сушки. Физические процессы при сушке. Оборудование и технология сушки.

## 6. Фотолитография

Основы оптики. Контактная литография. Проекционная литография. Совмещение. Фотошаблоны.

## 7. Проявление изображения в резисте

Основные механизмы. Проявление позитивных и негативных резистов. Проявление резистов на практике.

#### 8. Сушка резистных пленок после проявления (задубливание)

Физико-химические процессы при задубливании. Химические реакции при задубливании. Практическое применение задубливания.

#### 9. Процессы нанесения и взрывная литография

Однослойные, двухслойные, трехслойные фоторезисты и перенос изображения в них. Взрывная (lift-off) литография. Практическое использование многослойных фоторезистов.

#### 10. Удаление фоторезистов

Жидкофазное удаление резиста. Удаление резиста в водных растворах (кислотные, щелочные). Газофазное удаление резиста. Кинетика удаления резиста.

#### 11. Контроль технологических процессов

Автоматизация литографического процесса. Контроль резистных материалов, контроль обработки резиста (экспонирование, проявление).

#### 12. Оптические параметры фоторезиста (параметры Дилла)

Моделирование оптической литографии. Поглощение излучения фоторезистом. Кинетика экспозиции. Методы измерения параметров Дилла (Dill). Термическое разложение при обжиге. Сушка после экспонирования.

#### 13. Моделирование проявления фоторезиста

Кинетическая модель проявления. Усовершенствованная кинетическая модель проявления. Поверхностное ингибирование. Модель диффузии растворителя. Уравнение Фудзиты-Дулиттла.

#### 14. Другие виды литографий

Электронно-лучевая литография, технология процесса. Эффект электронной близости. Ионная литография. Иммерсионная литография. Литография в глубоком ультрафиолете.

#### 15. Перспективы развития технологии

Многочувствительная электронная технология. Безмасочная литография. Безрезистная технология. Дополнительные материалы.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **Технология микроэлектроники на базе сложных полупроводниковых соединений**

#### **Цель дисциплины:**

- расширение профессионального кругозора и получения навыков анализа состояния научно-технических проблем, определяющих прогресс развития методов проектирования и технологии электронных средств, изучение последних достижений и обоснование оптимальных решений конструирования в области планарной технологии.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение студентами необходимых знаний в области конструкции и технологии микроэлектроники;
- освоение физико-химических основ типовых и специальных технологических операций, и процессов и их творческое использование в разработках современных микросхем;
- формирование у студентов системного подхода к выбору обоснования оптимальных конструктивно-технологических решений;
- изучение дисциплины знакомит студентов с конструкторско-технологическими особенностями производства элементной базы современных электронных систем.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- современные научные проблемы в области конструирования и технологии электронных средств;
- основные понятия, термины, определения, классификации по различным признакам, обозначения, области применения, характеристики планарной технологии;
- конструкции, материалы, характеристики современных микросхем;
- тенденции и перспективы развития планарной технологии;
- основные виды технологической документации при разработке технологических процессов.

##### **уметь:**

- анализировать проблемы в своей области деятельности;
- правильно выбрать методы и средства реализации электронных средств;
- самостоятельно следить за достижениями в области конструирования и технологии изготовления современных микросхем, а также эффективности производства и качества продукции;
- пользоваться нормативно-технической документацией по конструированию, технологии сборки и оценки качества микросхем;
- критически, самостоятельно оценить конструкцию микросхемы для автоматизации ее производства;
- использовать средства ВТ и современные системы проектирования при разработке микросхем и технологических процессов для условий автоматизации.

**владеть:**

- знаниями по перспективам развития конструирования и технологии электронных средств.

**Темы и разделы курса:**

1. Технология микроэлектроники и микроэлектронные полупроводниковые приборы.

Развитие полупроводниковой технологии. Принципы планарной технологии. Полупроводниковые материалы.

2. Монокристаллы и пластины.

Основные технологические процессы производства микросхем. Прогноз развития элементной базы микроэлектроники. Единство интегральной технологии и схемотехники. Интегральная схемотехника – продукт развития технологии. Принципы интегральной схемотехники.

3. Литография – процесс переноса изображения.

Фотолитография – ключевой процесс планарной технологии. Электронно-лучевая литография. Резисты – полимеры чувствительные к облучению. Эпитаксия полупроводниковых слоев. Эпитаксиальное выращивание слоев кремния из парогазовой фазы. Молекулярно-лучевая эпитаксия.

Процессы нанесения диэлектрических покрытий. Назначение диэлектрических слоев и требования к ним. Методы получения диэлектрических покрытий. Термическое окисление кремния. Осаждение диэлектрических пленок. Перспективы развития методов осаждения диэлектрических пленок.

4. Легирование полупроводников (назначение процесса легирования и основные определения).

Ионная имплантация. Оборудование для ионного легирования. Процессы плазмохимического травления полупроводников, диэлектриков и металлов.

Классификация процессов плазмохимического травления. Металлизированные соединения и омические контакты. Требования к металлизации. Материалы для электрических соединений. Оборудование для нанесения металлических пленок. Методы осаждения металлов. Интеграция процессов металлизации.

5. Интеграция технологических процессов в производственный маршрут изготовления микросхем.

Взаимосвязь технологических процессов. Спецификация производственного маршрута.

Структуры и процессы формирования пассивных элементов микросхем. Требования к пассивным элементам и их состав. Интегральные резисторы.

Интегральные конденсаторы. Интегральные индукторы. Пассивные элементы на основе волноводов. Варакторы. Диоды Шоттки.

6. Физические структуры микросхем на основе гетеропереходов соединений А3В5 и кремний-германий.

Свойства гетеропереходов. Технология гетероструктурных микросхем. Функциональные приборы и устройства: оптоэлектронные и акустоэлектронные приборы. Микроэлектронные электромеханические устройства. Магниточувствительные устройства.

7. Процессы сборки и герметизации микросхем.

Заключительный этап производства микросхем.

8. Корпуса для интегральных микросхем.

Монтаж кристаллов в корпуса, герметизация, защита от альфа-частиц. Многокристальные модули, бескорпусные и гибридные микросхемы. Тенденции и перспективы развития сборочной технологии.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **Технология оптоэлектронных приборов**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение технологических основ создания оптоэлектронных приборов ИК-диапазона.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление с принципами технологии создания оптоэлектронных приборов ИК-диапазона;
- изучение физических основ работы и технологических основ создания оптоэлектронных приборов ИК-диапазона в том числе фотонных и тепловых приёмников излучения;
- ознакомление с современными оптоэлектронными приборами ИК-диапазона (Конструкция, технология создания, основные применения, системы и аппаратура применения; и т.д.).

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- физические основы работы и технологические основы создания оптоэлектронных приборов ИК-диапазона в том числе фотонных и тепловых приёмников излучения приёмников оптического излучения (ФП) и фотоприёмных устройств (ФПУ) на их основе;
- области применения ФП и ФПУ;
- предельные параметры ФП и ФПУ;
- основные технологические приемы и методы изготовления ФП и ФПУ;
- современное состояние, научно-технические и технологические проблемы и перспективы развития оптоэлектронных приборов ИК-диапазона.

##### **уметь:**

- оценить и аргументировать применение оптоэлектронных приборов ИК-диапазона при решении конкретных технических задач;

- определить технические возможности имеющейся технологии изготовления оптоэлектронных приборов ИК-диапазона для создания ФПУ с заданными характеристиками;
- определять предельный и реально достижимый уровень параметров оптоэлектронных приборов ИК-диапазона по имеющейся технологии;
- оценить требования к недостающему оборудованию для создания ФПУ с заданными характеристиками.

**владеть:**

- знаниями и навыками отдельных операций по изготовлению оптоэлектронных приборов ИК-диапазона;
- методами выбора технологии при создании новых типов оптоэлектронных приборов.

**Темы и разделы курса:**

1. Спектральные диапазоны ИК-фотоприемников

Спектральные диапазоны ИК-фотоприемников. Окна пропускания атмосферы: Коротковолновый, средневолновый, длинноволновый, сверхдлинноволновый поддиапазоны. Основные материалы, температура охлаждения фоточувствительных элементов, объекты наблюдения.

2. Технология одноэлементных и линейных ФП и ФПУ

Технология одноэлементных и линейных ФП и ФПУ. Полупроводниковые фотодиоды и фоторезисторы, болометры. Собственное и примесное поглощение излучения в ИК-фотоприемниках. Конструкция и технология линеек фоторезисторов.

3. Накопление и мультиплексирование в ФП

Накопление и мультиплексирование в ФП. Зависимость фотоэлектрических характеристик ФП от времени накопления и числа элементов. Количество выводов ФП и частота мультиплексирования.

4. Монолитные и гибридные ИК-фотоприемники

Монолитные и гибридные ИК-фотоприемники. Технологические недостатки устройств накопления и считывания сигналов на основе ИК-чувствительных полупроводников. Схемотехника и технология кремниевых ПЗС и КМОП БИС считывания.

5. Технология и схемотехника БИС считывания с построчным и кадровым накоплением

Технология и схемотехника БИС считывания с построчным и кадровым накоплением. Влияние фонового тока фотодиода на выбор типа БИС считывания. Основные схемы ячейки накопления тока фотодиода в БИС считывания. Режим ВЗН в многорядных линейках.

6. Технология изготовления ФП второго и третьего поколений

Технология изготовления ФП второго и третьего поколений. Крупноформатные матричные приемники, двух-и многоцветные фотоприемники. Планарная, меза и loop-hole технологии фоточувствительных элементов.

#### 7. Технология фоточувствительных материалов ФП

Технология фоточувствительных материалов ФП. Основные полупроводниковые материалы ИК-фотоприемников. Методы выращивания монокристаллических полупроводников. Преимущества эпитаксиальных структур. Методы выращивания эпитаксиальных структур: МЛЭ, ЖФЭ, МОС. Методы контроля характеристик материалов.

#### 8. Технология гибридизации МФЧЭ и БИС

Технология гибридизации МФЧЭ и БИС. Методы изготовления индиевых микроконтактов и их очистки перед гибридизацией. Проблема стойкости системы микроконтактов при многократном термоциклировании. Технология утоньшения фоточувствительных элементов.

#### 9. Технология сборки оптоэлектронных приборов ИК-диапазона

Технология сборки оптоэлектронных приборов ИК-диапазона. Микросварка, низкотемпературные клеи. Вакуумные криостаты. Микрокриогенные системы охлаждения и термоэлектрические охладители.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **Топологические изоляторы**

#### **Цель дисциплины:**

- формирование у студентов профессиональных компетенций, связанных с использованием современных представлений в области физики конденсированных сред,
- приобретение студентами навыков самостоятельной исследовательской работы,
- формирование подходов, основанных на полученных знаниях, позволяющих проводить научные исследования и анализировать полученные результаты,
- развитие умений, позволяющих развивать качественные и количественные физические модели электронных процессов в твердых телах.

#### **Задачи дисциплины:**

- познакомить студентов с основными понятиями и идеями в этой области, с постановкой задач и подходами к их решениям. Предполагается, что, прослушав этот курс, студенты смогут читать и понимать текущую научную периодику в этой области.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

фундаментальные понятия физики твердого тела: Квантовый эффект Холла, введение топологического инварианта, физический смысл, эффекты электрон-электронного взаимодействия, топологические изоляторы, топологическая защищённость транспорта – теория и эксперимент

##### **уметь:**

пользоваться полученными знаниями для решения экспериментальных и теоретических задач, делать качественные выводы при получении новых результатов исследований, производить оценки параметров и характеристик материалов.

##### **владеть:**

постановкой и моделированием физических задач по физике конденсированных сред; критической оценкой применимости используемых методов; методикой анализа результатов, получаемых в ходе научно-исследовательской работы.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Введение. Основные понятия квантовой механики. Низкоразмерные системы

Введение. Основные понятия квантовой механики, требующиеся в дальнейшем. Представление о физике низкоразмерных систем, квантовые ямы, проволоки, точки. Экспериментальная реализация низкоразмерных систем.

#### 2. Квантовый эффект Холла

Целочисленный КЭХ: основные экспериментальные факты, квантование спектра электрона в магнитном поле.

Краевые состояния, краевой транспорт, формализм Бюттикера-Ландауэра.

Введение топологического инварианта, физический смысл.

Эффекты электрон-электронного взаимодействия.

#### 3. Уравнение Дирака

Представление об уравнении Дирака, дираковский спектр.

#### 4. Графен

Графен. Теоретические представления. Основные экспериментальные факты.

#### 5. Двумерные топологические изоляторы

Качественное введение в проблему – задача Волкова-Панкратова

Материалы, экспериментальная реализация двумерных топологических изоляторов.

Вейлевский спектр, краевые состояния, формализм Бюттикера-Ландауэра.

$Z_2$  топологический инвариант в двумерном случае, физический смысл.

Двумерные топологические изоляторы. Основные экспериментальные факты.

Топологическая защищённость транспорта – теория и эксперимент.

#### 6. Трёхмерные топологические изоляторы

Материалы, экспериментальная реализация.

$Z_2$  топологические инварианты в трёхмерном случае.

Основные экспериментальные факты.

#### 7. Вейлевские полуметаллы

Понятие о Вейлевских полуметаллах.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **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: электроника и квантовые технологии**

### **Физика дефектов в технологии микро и нанoeлектроники**

#### **Цель дисциплины:**

- знакомство слушателей с основными физическими и физико-химическими процессами на поверхности и в объеме монокристаллического кремния.

#### **Задачи дисциплины:**

- изложение материала курса по следующим направлениям:
- атомарная структура поверхности Si. Процессы травления и эпитаксиального роста;
- дефекты кристаллической структуры в кремнии;
- физика легирования кремния;
- твердофазные реакции на поверхности Si и сопровождающие их процессы в объеме кристалла;
- диффузия примесных атомов и собственных дефектов;
- процессы в Si при комбинированных воздействиях;
- физика дефектной инженерии;
- слоистые и кремниевые приборы на их основе;
- предоставление картины взаимосвязи процессов в кремнии и причинно-следственных связей, приводящих к целенаправленным и негативным изменениям свойств материала и характеристик приборных структур;
- теоретическая подготовка слушателей курса к самостоятельному решению вопросов, возникающих при разработке новых приборов микроэлектроники.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- теорию физических и физико-химических процессов в монокристаллическом кремнии.

##### **уметь:**

- излагать материалы курса;
- использовать полученные знания при разработке принципов построения и конструкции прибора микроэлектроники и/или к-л технологического процесса.

**владеть:**

- методами расчета параметров основных технологических операций: термического окисления, ионной имплантации, температуры и длительности отжига;
- методами теоретической оценки ожидаемых параметров элементов приборной структуры: поверхностного и удельного сопротивления легированных участков, концентрации и подвижности носителей заряда в легированных и индуцированных слоях, ширины ОПЗ, емкости p-n переходов и пр.

**Темы и разделы курса:**

1. Кремний в классе твердых тел

Предмет, структура и особенности курса. Определения – поле и вещество. Структура внешних электронных оболочек атомов. Электроотрицательность. Ковалентная и ионная связь в молекулах. Виды связей в твердых телах.

Металлы, диэлектрики, полупроводники, сегнетоэлектрики, ферромагнетики. Ближний и дальний порядок. Аморфное состояние, поликристаллы, кристаллы. Элементарные и молекулярные полупроводники.

Основные понятия физики твердого тела и полупроводников. Зонная структура в прямом и обратном пространстве. Зона Бриллюэна. Прямозонные и непрямозонные полупроводники.

Элементарная ячейка кремния и ее параметры.

«Жизненный цикл» кремния – песок, поликремний, монокристалл, пластина, эпитаксиальная структура, чип, прибор микроэлектроники.

2. Структурные и электрофизические параметры объемного кремния

Основные электрические и механические свойства объемного монокристаллического кремния. Зонная структура кремния и ее параметры. Фундаментальная взаимосвязь подвижности электронов и дырок с кривизной энергетических зон. Эффективная масса. Температурные зависимости. Природа энергетических уровней в запрещенной зоне. Мелкие и глубокие уровни легирующих примесей. Глубокие уровни быстродиффундирующих примесей. Уровни, связанные с комплексами дефектов. Природа уровней Тамма. Природа уровней на границах раздела. Понятие о центрах рекомбинации и ловушках. Уровень Ферми. Статистика Максвелла-Больцмана. Электрическая проводимость кремния. Дрейфовая скорость. Сравнение с другими полупроводниками. Понятие о неравновесных процессах. Время релаксации.

3. Классификация подсистем кристалла ионные и фанонные подсистемы

Условные подсистемы монокристаллического кремния. Ионная подсистема. Фононная подсистема. Электронная подсистема. Подсистема дефектов кристалла.

Примеры процессов, в ионной подсистеме. Возникновение областей пространственного заряда в объеме, у поверхности, границ раздела. Уравнение Пуассона. Потенциальные ямы, в том числе двумерные. Внутренние электрические поля. Упругие поля. Дрейф носителей заряда. Дрейф дефектов и примесных атомов.

Примеры процессов в электронной подсистеме. Электрическая проводимость. Оптическое поглощение. Зарядовые состояния примесей и дефектов.

#### 4. Электронные подсистемы кремния. Подсистемы дефектов кристалла.

Примеры процессов в фононной подсистеме. Фононные спектры. Рассеяние носителей заряда на акустических и оптических фононах. Теплопроводность, теплоемкость. Температура Дебая. Тепловое расширение.

Примеры процессов в подсистеме дефектов кристалла. Образование и концентрации термодинамически равновесных дефектов. Состояние подсистемы собственных дефектов при неизотермических термообработках, включая импульсный отжиг. Генерация неравновесных точечных дефектов при радиационном воздействии, при твердофазных реакциях на поверхности кристалла, при различных видах травления с компонентами радиационного и химического воздействия. Понятия об образовании дислокаций, кластеров, комплексов, примесных преципитатов. Определения и влияние на электрофизические параметры.

Примеры процессов, управляемых комбинацией подсистем. Атомарный массоперенос. Механизмы диффузии атомов в идеальной решетке кремния. Радиационно-стимулированная диффузия. Восходящая диффузия. Массоперенос в условиях диффузии и дрейфа в электрических и упругих полях. Диффузия и дрейф носителей заряда. Потоки в p-n переходе. Фото-ЭДС. Тепловая и автоэлектронная эмиссия.

#### 5. Атомарная структура поверхности кремния

Атомарные ступени. Изломы на атомарных ступенях. Террасы. Энергия связи атомов в различных положениях на поверхности. Энергия сублимации. Энергия активации адсорбции и десорбции. Сингулярные, вичинальные и несингулярные плоскости в кристаллах кремния.

#### 6. Атомарная физика химического травления поверхности кремния.

Прямое травление. Травление с образованием промежуточных фаз. Виды травления. Травление в газовой фазе. Движение атомарных ступеней при травлении. Жидкостное травление. Плазмохимическое и ионно-плазменное травление. Полирующее травление. Селективное травление. Методы металлографии.

#### 7. Основы теории эпитаксиального роста на поверхности кремния.

Виды эпитаксии. CVD и MOS-гидридная эпитаксия. Основные этапы процесса эпитаксиального роста. Адсорбция, химические реакции, поверхностная миграция.

Движение атомарных ступеней при эпитаксиальном росте. Основы термодинамики эпитаксии.

#### 8. Классификация дефектов в кремнии

Точечные дефекты в кремнии – собственные дефекты и примесные атомы. Энергия образования и энергия миграции точечных дефектов.

Комплексы точечных дефектов и их энергетические уровни. А-центры, Е-центры. Термодоноры.

Кластеры точечных дефектов. Примесные преципитаты. Дефекты упаковки. Стержни. Дислокационные петли.

Линейные и винтовые дислокации. Линии скольжения. Дислокации несоответствия.

#### 9. Основы радиационной физики кремния. Механизм образования и виды радиационных дефектов

Электронный (неупругий) механизм торможения ускоренных частиц в решетке кремния. Ядерный (упругий) механизм торможения. Распределение имплантированных атомов в решетке. Проецированный пробег. Страгглинг. Скошенность распределения.

Генерация пар Френкеля. Распределение радиационных вакансий и собственных атомов в междоузлиях.

Разупорядоченная область. Радиационный кластер. Механизмы аморфизации кремния при имплантации легких и тяжелых ионов.

#### 10. Механизмы эволюции подсистемы дефектов. Часть 1

Ростовые дефекты в кремнии. Генерация собственных междоузлий при термическом окислении кремния. Рост окислительных дефектов упаковки. Квазихимические реакции в кремнии. Модель формирования термодоноров.

#### 11. Механизмы эволюции подсистемы дефектов. Часть 2

Модель формирования пересыщенных вакансионных растворов в объеме кремния при твердофазных реакциях на его поверхности.

Модель формирования неравновесных вакансий при стимулированном отборе собственных атомов.

#### 12. Физические основы методов легирования

Основы термодинамики твердых растворов. Ретроградный характер зависимости растворимости примесей от температуры. Легатуры. Параметры легирования.

Легирование расплава при росте кристаллов. Легирование путем диффузии с поверхности. Легирование методом ионной имплантации.

### 13. Легирование методом ионная имплантация

Основные параметры процесса ионного легирования: тип иона, энергия, доза, температура, плотность тока. Профили распределения имплантированных атомов As, P, Sb, В. Имплантация в открытую поверхность и через маскирующие слои. «Конструирование» профиля примеси. Феноменология роли радиационных дефектов. Постимплантационные отжиги. Изотермический отжиг. Быстрый термический отжиг. Импульсный лазерный отжиг.

### 14. Диффузия из ограниченных и неограниченных поверхностных источников

Методы легирования кремния из силикатных стекол. Стадии легирования. Расчет типовых профилей легирования. Факторы влияния на эффективный коэффициент диффузии примеси.

### 15. Теоретические основы твердофазных реакций и сопровождающих их процессов

Феноменологическая теория. Этапы твердофазной реакции (ТФР). Диффузионная доставка реагентов в зону реакции. Рост пленок с ТФР на границе раздела с кремнием (на внутренней стороне растущей пленки). Рост пленок со стороны открытой поверхности. Основы термодинамики ТФР. Примеры ТФР – образование силицидов, рост нитридов и окислов кремния

### 16. Обобщенная модель генерации собственных точечных дефектов в процессе твердофазных реакций на поверхности кремния

Задача Ламе. Расчет дисбаланса молекулярных объемов размещения и объемов посадки на интерфейсе структуры подложка – пленка. Правило прогноза природы генерируемых собственных точечных дефектов (ТД). Оценка темпа генерации ТД. Оценка степени пересыщения раствора ТД в кремнии под растущими в процессе ТФР пленками. Эффекты в объеме кремния от пересыщенных растворов ТД.

### 17. Правило формирования фаз в системе с полифазной диаграммой состояния

Эмпирические правила определения первой фазы в системах с полифазной диаграммой состояния. Примеры в системе кремний-металл. Вывод правила последовательности образования фаз на основе обобщенной модели. Применения правила фаз к цепочке реакций при образовании силицидов металлов на поверхности кремния.

### 18. Образование пересыщенных вакансионных растворов в Si при росте силицидов на его поверхности

Расчет вакансионных пересыщений в кремнии при формировании силицидов на поверхности кремния. Эффекты вакансионного пересыщения. Размытие примесных профилей. Вытягивание примесей из подложки в эпитаксиальные слои.

### 19. Кинетика роста слоев SiO<sub>2</sub>. Модели генерации неравновесных междоузлий.

Кинетика роста термических окислов на поверхности кремния. Лимитирующие стадии. Кинетика роста на начальных и конечных этапах. Влияние паров воды на кинетику роста. Роль атомов хлора при хлоридном окислении.

Модели генерации собственных междоузлий при термическом окислении кремния. Сопоставление результатов модельных представлений, включая обобщенную модель. Центры нуклеации и уравнение роста окислительных дефектов упаковки.

20. Комбинированные механизмы диффузии основных примесных атомов в кремнии

Диффузия по узлам. Диффузия по междоузлиям. Роль собственных атомов и вакансий в диффузии легирующих примесей в кремнии. Эффективный коэффициент диффузии. Механизмы диффузии атомов В, As, Р, Sb. Анализ выражения для коэффициента диффузии с точки зрения термодинамики и кинетики. Ускоренная и заторможенная диффузия в пересыщенных твердых растворах вакансий и собственных междоузлий

21. Радиационно-стимулированная диффузия в кремнии. Распад радиационных кластеров.

Уравнения диффузии с переменным коэффициентом диффузии, с генерационным и рекомбинационным членом. Диффузия в присутствии радиации. Диффузия, стимулированная по запасенным дефектам.

Распределение компонентов пар Френкеля в ионно-имплантированных слоях. Структура разупорядоченной области и радиационного кластера.

Кластер как источник и сток для собственных дефектов. Понятие кинетически равновесных концентраций собственных дефектов в реальных кристаллах.

22. Стимулированная диффузия в кремнии. Диффузия ускоренная по вакансионному механизму.

Диффузионные эффекты в кремнии, пересыщенном по вакансиям. Оценка степени вакансионного пересыщения кремния по опытам с диффузией.

23. Стимулированная диффузия в кремнии. Диффузия ускоренная по междоузельному механизму.

Диффузия примесных атомов в кремнии в процессе термического окисления его поверхности. Оценка степени междоузельного пересыщения кремния по опытам с диффузией.

24. Влияние встроенных электрических и механических полей на диффузионное перераспределение.

Особенности диффузионного перераспределения примесных атомов в условиях встроенных упругих напряжений и внутренних электрических полей. Уравнение массопереноса с диффузионным и дрейфовым слагаемым. Накопление примесей и точечных дефектов у границ раздела. Коэффициент сегрегации.

25. Диффузия в потоках собственных дефектов.

Примеры расчета профилей примеси в ионнолегированных слоях кремния.

26. Фотостимулированная диффузия в кремнии

Гипотезы фотостимулированной диффузии в кремнии. Связывающие и антисвязывающие орбитали. Роль света при импульсном отжиге. Фотостимулированная сублимация кремния и ее эффекты.

27. Ионная имплантация в сопровождении лучистой радиации

Особенности образования и накопления радиационных дефектов в кремнии при его имплантации с одновременным облучением УФ светом.

#### 28. Диффузия примесей в условиях травящейся поверхности кремния

Диффузионное вытягивание Sb при инъекции вакансий с поверхности в объем кристалла. Эффект дальнего действия.

#### 29. Механизм геттерирования собственных дефектов и примесных атомов

Геттерирование быстродиффундирующих примесей в кремнии. Основные этапы геттерирования комплексов и кластеров собственных дефектов. Методы геттерирования и способы формирования геттеров на лицевой и обратной стороне кремниевой подложки.

#### 30. Распад собственных кластеров при импульсном отжиге кремния

Энергия связи частиц в кластере и ее зависимость от кривизны поверхности. Эмиссия и конденсация частиц из (на) кластере. Кинетически равновесные концентрации точечных дефектов. Эффект коалесценции. Критические зародыши. Уравнение распада и роста кластеров в изотермических отжигах. Распад кластеров при неизотермических отжигах. Образование распад твердых растворов при критических скоростях нагрева и охлаждения.

#### 31. Кремний на изоляторе и физические особенности переноса в них. Кремний-германиевые структуры.

Определения и примеры КНИ и Si-Ge структур. Особенности переноса носителей заряда. Вопросы радиационной стойкости.

#### 32. Потенциальные ямы и двумерный электронный газ

Примеры структур с двумерным электронным газом. Квантование энергетических уровней в двумерном канале переноса. Пространственное разделение канала переноса и центров рассеяния носителей заряда. Подвижность носителей в двумерном газе. Квантовые эффекты в двумерном газе. Эффект Шубникова – де Гааза.

#### 33. Кремний-сегнетоэлектрические гетероструктуры

Перспективы прикладного использования нового класса подложек кремниевой микроэлектроники для создания сенсорных MEMS и ячеек ферроэлектрической памяти.

#### 34. Обобщение материала курса

Проводится краткий обзор по теме всех лекционных занятий, даются примеры заданий для промежуточной аттестации, обсуждаются ответы на заданные по тематике курса вопросы.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **Физика и моделирование приборов нанoeлектроники**

#### **Цель дисциплины:**

- дать представление о физических принципах работы приборов нанoeлектроники и методах их моделирования.

#### **Задачи дисциплины:**

- рассмотреть физические процессы, лежащие в основе работы различных приборов нанoeлектроники;

- научить правильному выбору модели для расчета характеристик приборов;

- дать представление о построении вычислительных схем и особенностях их использования.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- физические принципы работы приборов нанoeлектроники.

##### **уметь:**

- выбирать физическую модель для расчета характеристик приборов.

##### **владеть:**

- навыками разработки программ моделирования приборов нанoeлектроники.

#### **Темы и разделы курса:**

##### **1. Уравнение Шредингера**

Стационарное и нестационарное уравнение Шредингера. Метод среднего поля (метод Хартри): совместное решение уравнения Шредингера и уравнения Пуассона для описания многочастичных систем. Проблемы в численном решении уравнения Шредингера для канала транзистора. Методы S- и T-матриц. Нераспространяющиеся моды. Уравнение

Шредингера для одного электрона с учетом поляризации среды. Исключение собственного поля электрона.

## 2. Метод матриц плотности

Матрица плотности (оператор плотности, оператор матрица плотности, статистический оператор) — один из способов описания состояния квантовомеханической системы.

## 3. Метод функций Грина

Для решения уравнения Пуассона. Нахождение стационарных и нестационарных решений, в том числе при разнообразных граничных условиях.

## 4. Метод функций Вигнера

Кинетическое уравнение Мойла. Отсутствие положительной определенности функции распределения Вигнера.

## 5. Метод Ландауэра-Бюттикера

Вывод уравнений. Связь с описанием одномерных проводников и квантованием проводимости. Постановка и методы численного решения задачи рассеяния для уравнения Шредингера с целью определения коэффициента прохождения.

## 6. Постановка граничных условий

Постановка граничных условий в кинетическом моделировании открытых систем. Роль контактов. Обоснование применимости баллистических методов.

## 7. Квантовые гидродинамические уравнения

Квантовые гидродинамические уравнения для моделирования транзисторов на основе графена. Амбиполярная плазма графена. Независимость проводимости графена от температуры (теория скейлинга).

## 8. Кинетические модели для сложного спектра

Кинетические модели для описания каналов со сложной зонной структурой (двойной графен). Скачок проводимости при низкой температуре. Состояния с отрицательной массой. Управление зонной структурой электрическим полем.

## 9. Спиновые системы

Описание спиновых систем. Взаимодействие спинов (модели Гейзенберга и Изинга). Теорема Либа-Маттиса. Обменное взаимодействие. Спин-орбитальное взаимодействие. Спин-орбитальное взаимодействие Рашбы. Спиновый транзистор. Спиновые кубиты.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **Физика лазеров**

#### **Цель дисциплины:**

- ознакомление магистрантов с основами физики лазеров и подготовка к изучению других специализированных курсов по квантовой электронике.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение слушателями фундаментальных теоретических знаний по принципам работы лазеров и измерения параметров лазерного излучения, устройству конкретных типов лазеров, основным применениям лазеров;
- создание у магистрантов базиса для изучения смежных дисциплин квантовой электроники;
- изучение и освоение методов теоретического описания динамики процессов накачки и формирования излучения в лазерах;
- приобретение слушателями фундаментальных теоретических знаний по принципам работы лазеров и измерения параметров лазерного излучения, устройству конкретных типов лазеров, основным применениям лазеров;
- создание у магистрантов базиса для изучения смежных дисциплин квантовой электроники;
- изучение и освоение методов теоретического описания динамики процессов накачки и формирования излучения в лазерах;
- приобретение слушателями фундаментальных теоретических знаний по принципам работы лазеров и измерения параметров лазерного излучения, устройству конкретных типов лазеров, основным применениям лазеров.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- предмет специальности «Физика лазеров», принципы работы лазеров и основные параметры лазерного излучения;
- методы теоретического описания динамики процессов накачки и формирования излучения в лазерах;

- вопросы проектирования и основные применения лазеров.

**уметь:**

- определять оптико-физическую схему лазера;
- определять и анализировать параметры лазерного излучения;
- оценивать параметры активной среды и резонатора лазера;
- оценивать возможность и целесообразность применения лазеров в различных областях науки и техники.

**владеть:**

- методами теоретического описания динамики процессов накачки и формирования излучения в лазерах.;
- навыками использования необходимой литературы для решения задач о расчете и конструировании лазеров.

**Темы и разделы курса:**

1. Лазеры и их роль в развитии современной науки и техники

Предмет и краткая история развития физики лазеров.

Вклад отечественных ученых в разработку фундаментальных основ и принципов устройства лазеров.

Особенности лазерного излучения и влияние лазеров на развитие науки, техники и технологии.

Основные применения лазеров.

2. Основы физики лазеров

Лазер как автогенератор.

Оптические и безызлучательные переходы в квантовых системах.

Спонтанное и вынужденное излучения.

Энергетические состояния и квантовые переходы в атомных системах: атомные, молекулярные и ионные газы, ионы, центры окраски и красители в диэлектрических средах, оптические переходы в полупроводниках.

Ширина и форма спектральных линий.

Механизмы однородного и неоднородного уширения линий в газах и твердых телах.

Времена поперечной и продольной релаксаций.

Инверсия населенностей энергетических состояний.

Коэффициент усиления лазерной среды.

Принципы создания инверсной населенности.

Насыщение, поглощение и усиление света.

Оптические резонаторы.

Типы резонаторов.

Поляризация, пространственное распределение поля и спектр мод резонатора.

Особенности кольцевых резонаторов.

### 3. Методы теоретического описания динамики процессов в лазерах

Метод эквивалентных схем.

Метод балансных уравнений (вероятностный метод).

Полуклассический метод (приближения 1-го, 2-го и 3-его порядков).

Квантовый метод.

### 4. Методы теоретического описания динамики процессов в лазерах

Метод эквивалентных схем.

Метод балансных уравнений (вероятностный метод).

Полуклассический метод (приближения 1-го, 2-го и 3-его порядков).

Квантовый метод.

### 5. Шумы излучения

Шумы излучения. Причины возникновения, параметры, описание.

### 6. Проектирование лазеров

Проектирование лазеров. Основные подходы и методы.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **Физика процессов в монокристаллическом кремнии**

#### **Цель дисциплины:**

- ознакомление студентов с основными физическими и физико-химическими процессами на поверхности и в объеме монокристаллического кремния.

#### **Задачи дисциплины:**

- изложение материала курса по следующим направлениям;
- атомарная структура поверхности Si. Процессы травления и эпитаксиального роста;
- дефекты кристаллической структуры в кремнии;
- физика легирования кремния;
- твердофазные реакции на поверхности Si и сопровождающие их процессы в объеме кристалла;
- диффузия примесных атомов и собственных дефектов;
- процессы в Si при комбинированных воздействиях;
- физика дефектной инженерии;
- слоистые и кремниевые приборы на их основе;
- предоставление картины взаимосвязи процессов в кремнии и причинно-следственных связей, приводящих к целенаправленным и негативным изменениям свойств материала и характеристик приборных структур;
- теоретическая подготовка слушателей курса к самостоятельному решению вопросов, возникающих при разработке новых приборов микроэлектроники.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- теорию физических и физико-химических процессов в монокристаллическом кремнии.

##### **уметь:**

- излагать материалы курса;
- использовать полученные знания при разработке принципов построения и конструкции прибора микроэлектроники и/или к-л технологического процесса.

**владеть:**

- методами расчета параметров основных технологических операций: термического окисления, ионной имплантации, температуры и длительности отжига;
- методами теоретической оценки ожидаемых параметров элементов приборной структуры: поверхностного и удельного сопротивления легированных участков, концентрации и подвижности носителей заряда в легированных и индуцированных слоях, ширины ОПЗ, емкости p-n переходов и пр.

**Темы и разделы курса:**

1. Кремний в классе твердых тел.

Предмет, структура и особенности курса. Определения – поле и вещество. Структура внешних электронных оболочек атомов. Электроотрицательность. Ковалентная и ионная связь в молекулах. Виды связей в твердых телах. Металлы, диэлектрики, полупроводники, сегнетоэлектрики, ферромагнетики. Ближний и дальний порядок. Аморфное состояние, поликристаллы, кристаллы. Элементарные и молекулярные полупроводники. Основные понятия физики твердого тела и полупроводников. Зонная структура в прямом и обратном пространстве. Зона Бриллюэна. Прямозонные и непрямозонные полупроводники. Элементарная ячейка кремния и ее параметры. «Жизненный цикл» кремния – песок, поликремний, монокристалл, пластина, эпитаксиальная структура, чип, прибор микроэлектроники.

2. Структурные и электрофизические параметры объемного кремния.

Основные электрические и механические свойства объемного монокристаллического кремния. Зонная структура кремния и ее параметры. Фундаментальная взаимосвязь подвижности электронов и дырок с кривизной энергетических зон. Эффективная масса. Температурные зависимости. Природа энергетических уровней в запрещенной зоне. Мелкие и глубокие уровни легирующих примесей. Глубокие уровни быстродиффундирующих примесей. Уровни, связанные с комплексами дефектов. Природа уровней Тамма. Природа уровней на границах раздела. Понятие о центрах рекомбинации и ловушках. Уровень Ферми. Статистика Максвелла-Больцмана. Электрическая проводимость кремния. Дрейфовая скорость. Сравнение с другими полупроводниками. Понятие о неравновесных процессах. Время релаксации.

3. Классификация подсистем кристалла ионные и фанонные подсистемы.

Условные подсистемы монокристаллического кремния. Ионная подсистема. Фононная подсистема. Электронная подсистема. Подсистема дефектов кристалла. Примеры процессов, в ионной подсистеме. Возникновение областей пространственного заряда в объеме, у поверхности, границ раздела. Уравнение Пуассона. Потенциальные ямы, в том

числе двумерные. Внутренние электрические поля. Упругие поля. Дрейф носителей заряда. Дрейф дефектов и примесных атомов. Примеры процессов в электронной подсистеме. Электрическая проводимость. Оптическое поглощение. Зарядовые состояния примесей и дефектов.

#### 4. Электронные подсистемы кремния. Подсистемы дефектов кристалла.

Примеры процессов в фононной подсистеме. Фононные спектры. Рассеяние носителей заряда на акустических и оптических фононах. Теплопроводность, теплоемкость. Температура Дебая. Тепловое расширение. Примеры процессов в подсистеме дефектов кристалла. Образование и концентрации термодинамически равновесных дефектов. Состояние подсистемы собственных дефектов при неизотермических термообработках, включая импульсный отжиг. Генерация неравновесных точечных дефектов при радиационном воздействии, при твердофазных реакциях на поверхности кристалла, при различных видах травления с компонентами радиационного и химического воздействия. Понятия об образовании дислокаций, кластеров, комплексов, примесных преципитатов. Определения и влияние на электрофизические параметры. Примеры процессов, управляемых комбинацией подсистем. Атомарный массоперенос. Механизмы диффузии атомов в идеальной решетке кремния. Радиационно-стимулированная диффузия. Восходящая диффузия. Массоперенос в условиях диффузии и дрейфа в электрических и упругих полях. Диффузия и дрейф носителей заряда. Потоки в p-n переходе. Фото-ЭДС. Тепловая и автоэлектронная эмиссия.

#### 5. Атомарная структура поверхности кремния.

Атомарные ступени. Изломы на атомарных ступенях. Терассы. Энергия связи атомов в различных положениях на поверхности. Энергия сублимации. Энергия активации адсорбции и десорбции. Сингулярные, вичинальные и несингулярные плоскости в кристаллах кремния.

#### 6. Атомарная физика химического травления поверхности кремния.

Прямое травление. Травление с образованием промежуточных фаз. Виды травления. Травление в газовой фазе. Движение атомарных ступеней при травлении. Жидкостное травление. Плазмохимическое и ионно-плазменное травление. Полирующее травление. Селективное травление. Методы металлографии.

#### 7. Основы теории эпитаксиального роста на поверхности кремния.

Виды эпитаксии. CVD и MOS-гидридная эпитаксия. Основные этапы процесса эпитаксиального роста. Адсорбция, химические реакции, поверхностная миграция. Движение атомарных ступеней при эпитаксиальном росте. Основы термодинамики эпитаксии.

#### 8. Классификация дефектов в кремнии.

Точечные дефекты в кремнии – собственные дефекты и примесные атомы. Энергия образования и энергия миграции точечных дефектов. Комплексы точечных дефектов и их энергетические уровни. А-центры, Е-центры. Термодоноры. Кластеры точечных дефектов. Примесные преципитаты. Дефекты упаковки. Стержни. Дислокационные петли.

Линейные и винтовые дислокации. Линии скольжения. Дислокации несоответствия.

9. Основы радиационной физики кремния. Механизм образования и виды радиационных дефектов.

Электронный (неупругий) механизм торможения ускоренных частиц в решетке кремния. Ядерный (упругий) механизм торможения. Распределение имплантированных атомов в решетке. Проецированный пробег. Страгглинг. Скошенность распределения. Генерация пар Френкеля. Распределение радиационных вакансий и собственных атомов в междоузлиях.

Разупорядоченная область. Радиационный кластер. Механизмы аморфизации кремния при имплантации легких и тяжелых ионов.

10. Механизмы эволюции подсистемы дефектов.

Ростовые дефекты в кремнии. Генерация собственных междоузлий при термическом окислении кремния. Рост окислительных дефектов упаковки. Квазихимические реакции в кремнии. Модель формирования термодоноров.

11. Механизмы эволюции подсистемы дефектов. Дополнительные главы.

Модель формирования пересыщенных вакансионных растворов в объеме кремния при твердофазных реакциях на его поверхности. Модель формирования неравновесных вакансий при стимулированном отборе собственных атомов.

12. Физические основы методов легирования.

Основы термодинамики твердых растворов. Ретроградный характер зависимости растворимости примесей от температуры. Легатуры. Параметры легирования. Легирование расплава при росте кристаллов. Легирование путем диффузии с поверхности. Легирование методом ионной имплантации.

13. Легирование методом ионная имплантация.

Основные параметры процесса ионного легирования: тип иона, энергия, доза, температура, плотность тока. Профили распределения имплантированных атомов As, P, Sb, B. Имплантация в открытую поверхность и через маскирующие слои. «Конструирование» профиля примеси. Феноменология роли радиационных дефектов. Постимплантационные отжиги. Изотермический отжиг. Быстрый термический отжиг. Импульсный лазерный отжиг.

14. Диффузия из ограниченных и неограниченных поверхностных источников.

Методы легирования кремния из силикатных стекол. Стадии легирования. Расчет типовых профилей легирования. Факторы влияния на эффективный коэффициент диффузии примеси.

15. Теоретические основы твердофазных реакций и сопровождающих их процессов.

Феноменологическая теория. Этапы твердофазной реакции (ТФР). Диффузионная доставка реагентов в зону реакции. Рост пленок с ТФР на границе раздела с кремнием (на внутренней стороне растущей пленки). Рост пленок со стороны открытой поверхности. Основы термодинамики ТФР. Примеры ТФР – образование силицидов, рост нитридов и окислов кремния.

16. Обобщенная модель генерации собственных точечных дефектов в процессе твердофазных реакций на поверхности кремния.

Задача Ламе. Расчет дисбаланса молекулярных объемов размещения и объемов посадки на интерфейсе структуры подложка – пленка. Правило прогноза природы генерируемых собственных точечных дефектов (ТД). Оценка темпа генерации ТД. Оценка степени пересыщения раствора ТД в кремнии под растущими в процессе ТФР пленками. Эффекты в объеме кремния от пересыщенных растворов ТД.

17. Правило формирования фаз в системе с полифазной диаграммой состояния.

Эмпирические правила определения первой фазы в системах с полифазной диаграммой состояния. Примеры в системе кремний-металл. Вывод правила последовательности образования фаз на основе обобщенной модели. Применения правила фаз к цепочке реакций при образовании силицидов металлов на поверхности кремния.

18. Образование пересыщенных вакансионных растворов в Si при росте силицидов на его поверхности.

Расчет вакансионных пересыщений в кремнии при формировании силицидов на поверхности кремния. Эффекты вакансионного пересыщения. Размытие примесных профилей. Вытягивание примесей из подложки в эпитаксиальные слои.

19. Кинетика роста слоев SiO<sub>2</sub>. Модели генерации неравновесных междоузлий.

Кинетика роста термических окислов на поверхности кремния. Лимитирующие стадии. Кинетика роста на начальных и конечных этапах. Влияние паров воды на кинетику роста. Роль атомов хлора при хлоридном окислении. Модели генерации собственных междоузлий при термическом окислении кремния. Сопоставление результатов модельных представлений, включая обобщенную модель. Центры нуклеации и уравнение роста окислительных дефектов упаковки.

20. Комбинированные механизмы диффузии основных примесных атомов в кремнии.

Диффузия по узлам. Диффузия по междоузлиям. Роль собственных атомов и вакансий в диффузии легирующих примесей в кремнии. Эффективный коэффициент диффузии. Механизмы диффузии атомов В, As, Р, Sb. Анализ выражения для коэффициента диффузии с точки зрения термодинамики и кинетики. Ускоренная и заторможенная диффузия в пересыщенных твердых растворах вакансий и собственных междоузлий.

21. Радиационно-стимулированная диффузия в кремнии. Распад радиационных кластеров.

Уравнения диффузии с переменным коэффициентом диффузии, с генерационным и рекомбинационным членом. Диффузия в присутствии радиации. Диффузия, стимулированная по запасенным дефектам. Распределение компонентов пар Френкеля в ионно-имплантированных слоях. Структура разупорядоченной области и радиационного кластера.

Кластер как источник и сток для собственных дефектов. Понятие кинетически равновесных концентраций собственных дефектов в реальных кристаллах.

22. Стимулированная диффузия в кремнии. Диффузия ускоренная по вакансионному механизму.

Диффузионные эффекты в кремнии, пересыщенном по вакансиям. Оценка степени вакансионного пересыщения кремния по опытам с диффузией.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **Физика твердотельных и волоконных лазеров**

#### **Цель дисциплины:**

- углубление и систематизация знаний физики твердотельных и волоконных лазеров.

#### **Задачи дисциплины:**

- дать студентам необходимые знания физики твердотельных и волоконных лазеров;
- сформировать у студентов склонность к самостоятельному решению задач физики волоконных лазеров аналитическими и численными методами;
- способствовать скорейшему вовлечению студентов в разработки, выполняемые в базовой организации.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

основные типы лазеров и их применения; подходы к описанию взаимодействия излучения с веществом; спектроскопические свойства основных активных сред, используемых в волоконных лазерах; механизмы уширения линии перехода в различных средах; способы описания динамики лазерного излучения, основные динамические уравнения; методы создания инверсии населённости в активных средах лазеров; влияние и способ описания шумов в оптических усилителях; оптику гауссовых пучков, описание качества пучка лазерного излучения; переходные процессы в лазерах, релаксационные колебания; механизмы получения ультракоротких импульсов в лазерах; нелинейные эффекты, возникающие в волоконных лазерах.

##### **уметь:**

рассчитывать параметры резонаторов волоконных лазеров; моделировать усиление непрерывных и импульсных сигналов в оптическом усилителе; измерять сечения поглощения и люминесценции в волоконных световодах, легированных редкоземельными ионами.

##### **владеть:**

методами математического моделирования.

## **Темы и разделы курса:**

### 1. Обзор основных типов лазеров

#### 1.1. Основные этапы развития квантовой электроники

1.2. Обзор основных на сегодняшний день типов лазеров: активная среда, конфигурация резонатора, длина волны излучения, режимы работы, применения

### 2. Взаимодействие излучения с веществом. Спонтанные и вынужденные переходы

2.1. Спонтанные и вынужденные переходы. Коэффициенты Эйнштейна. Сечения переходов

2.2. Формула Планка для теплового излучения. Пространственная и временная когерентность излучения

2.2. Квантовомеханическая интерпретация спонтанного излучения атома (связь коэффициентов Эйнштейна с дипольными матричными элементами)

### 3. Спектроскопия активной среды

3.1. Спектроскопия активной среды. Однородное и неоднородное уширение линий переходов, форма линии. Спектральные термы атомов, правила отбора для излучения

3.2. Дисперсия показателя преломления активной среды: формула Лорентц-Лоренца, соотношение Крамерса-Кронига, коэффициенты Зельмеера

3.3. Спектроскопия активной среды волоконных лазеров (активаторы  $\text{Nd}^{3+}$ ,  $\text{Yb}^{3+}$ ,  $\text{Er}^{3+}$ ,  $\text{Tm}^{3+}$ )

### 4. Усиление и поглощение в активной среде

4.1. Закон Бугера-Ламберта. Сечения переходов. Связь сечений поглощения и люминесценции (теория МакКамбера). Скоростные уравнения для инверсии населённостей и для потока фотонов

4.2. Режимы работы усилителя: режим усиления слабого сигнала и режим насыщения. Интенсивность насыщения. Шум-фактор усилителя. Импульсный режим работы усилителя: энергия насыщения, модель Франца-Нодвика

### 5. Лазерная генерация

5.1. Методы создания инверсии населённостей. Открытые и закрытые резонаторы. Порог генерации, пороговая и стационарная инверсия

5.2. Распределение мощности излучения по длине резонатора. Зависимость выходной мощности от прозрачности выходного зеркала. Гауссов пучок

5.3. Одномодовый и многомодовой режимы генерации. Усиление спонтанной люминесценции

6. Резонаторы твердотельных и волоконных лазеров.

6.1 Резонаторы с прямоугольным и сферическими зеркалами. Время жизни фотона в резонаторе. Спектр пропускания и добротность резонатора (эталоны) Фабри-Перо

7. Резонаторы твердотельных и волоконных лазеров.

7.1. Продольные и поперечные моды. Устойчивость резонаторов. Лазеры с распределённой обратной связью

8. Оптика гауссовых пучков.

8.1 Оптика гауссовых пучков. Эрмит-гауссовы пучки. Преобразование гауссовых пучков оптическими элементами

8.2 Перетяжка, кривизна волнового фронта, глубина фокуса линзы. Пространственное преобразование Фурье и формализм ABCD-матрицы

8.3 Дифракция эрмит-гауссовых пучков основного и высших порядков в дальнем поле. Параметры качества пучка BPP (Beam Parameter Product) и M2 («Эм-квадрат», «M squared»). Волоконный лазер как преобразователь качества излучения

9. Шумы квантового усилителя.

9.1 Шумы квантового усилителя. Шумы волоконных лазеров и усилителей

10. Основные явления динамики лазеров

10.1 Релаксационные колебания. Методы модуляции добротности и синхронизации мод

11. Нелинейные эффекты в волоконных лазерах

11.1. Нелинейная восприимчивость для квадратичных по полю взаимодействий. Влияние симметрии кристалла и расчёты  $d_{eff}$

11.2. Генерация суммарных частот. Фазовый синхронизм для I и II типов взаимодействий. Квазисинхронизм в кристаллах с регулярной доменной структурой

### 11.3. Вынужденное комбинационное рассеяние и вынужденное рассеяние Мандельштама-Бриллюэна

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **Физико-химические основы процессов легирования и осаждения тонких пленок**

#### **Цель дисциплины:**

дать основные представления по методам осаждения тонких пленок в субмикронной технологии интегральных схем (ИС), в частности, магнетронным распылением, электронно-лучевым испарением, ионно-стимулированным осаждением, осаждением в условиях автоионной бомбардировки, молекулярно-пучковой эпитаксией;

дать основные представления о многоуровневой металлизации ИС и тенденции перехода от алюминиевой металлизации к медной;

дать основные представления об ионной имплантации в субмикронной технологии микроэлектроники.

#### **Задачи дисциплины:**

- Донести базовые знания по основным методам нанесения тонких пленок в современной технологии ИС;
- Дать основные представления по современным методам легирования слоев полупроводников;
- Привить целостный взгляд на современное производство ИС и основные его трудности.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

Основные методы нанесения тонких пленок в современном производстве ИС и основные методы легирования полупроводниковых слоев.

##### **уметь:**

Оценивать основные параметры полупроводниковых ИС в зависимости от технологических норм и применяемых материалов.

##### **владеть:**

Навыками работы с текущей литературой по специальности и ориентироваться в тенденциях развития технологии современной наноэлектроники.

**Темы и разделы курса:**

1. Введение в физико-химические основы процессов легирования и осаждения тонких пленок

1. Техника сверхвысокого вакуума

2. Магнетронное распыление

3. Электронно-лучевое испарение

4. Ионно-стимулированное осаждение

5. Осаждение из газовой фазы

6. Атомно-слоевое нанесение пленок

7. Многоуровневые соединения в КМОП-ультрабольших ИС

8. Проблема высоконадежных контактов к кремнию

2. Молекулярно-пучковая эпитаксия

1. Молекулярно-пучковая эпитаксия

2. Концепции систем для ионной имплантации

3. Ионные источники

4. Пробег ионов

5. Образование радиационных дефектов

6. Отжиги легированных структур

7. Быстрые отжиги

8. Создание супермелкозалегающих p-n переходов.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **Физические основы работы формирователя сигналов изображений**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение физических основ работы формирователей сигналов изображения.

#### **Задачи дисциплины:**

- знакомство с основными физическими принципами формирования изображений;
- изучение процессов распространения и регистрации излучения в различных спектральных диапазонах;
- изучение основных физических процессов, используемых в процессе формирования изображений различных спектральных диапазонов.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные физические явления, обеспечивающие распространение и регистрацию электромагнитного излучения, и формирование изображений.

##### **уметь:**

- вычислять параметры физических процессов при формировании сигналов изображения.

##### **владеть:**

- теоретическими моделями оптических элементов, устройств регистрации излучения, обработки сигналов изображения.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Формирование оптических изображений.

Глаз как оптический прибор. Основные характеристики зрительного аппарата человека.

Распространение оптических лучей. Диапазоны спектра для формирователей изображения.

Пропускание излучения атмосферой.

2. Излучение абсолютно черного тела. Основы фотометрии.

Излучение абсолютно черного тела. Тепловой контраст. Основные фотометрические понятия.

3. Оптические системы формирования изображений, их параметры.

Элементы оптических систем. Основные законы геометрической оптики. Искажения изображения в оптических системах. Оптические материалы для тепловизионных систем.

Тепловые эффекты в оптических системах. Пассивная оптическая компенсация температурных изменений. Отражения от холодных поверхностей. Основные характеристики качества оптических систем.

4. Регистрация изображений.

Одиночный фотоприемник, линейка, матрица. Квантование и дискретизация. Мгновенное и общее поле зрения, дифракционный предел. Освещенность в фокальной плоскости. Регистрация точечных источников излучения.

5. Типы формирователей сигналов изображения ИК диапазона.

Последовательное и параллельное разложение картины. Обработка сигнала. Сканирующие системы. Системы без сканирования. Инфракрасные полупроводниковые видиконы.

Пироэлектрические видиконы. Электронно-оптические преобразователи. Использование ПЗС в формирователях сигналов изображения.

6. Сканирующие системы.

Плоское качающееся зеркало. Вращающийся зеркальный барабан. Вращающиеся преломляющие призмы. Вращающиеся преломляющие клинья. Другие системы сканирования. Эффекты затемнения.

7. Фоточувствительные элементы формирователей сигналов изображения.

Типы фоточувствительных элементов. Основные характеристики фоточувствительных элементов. Характеристики шума фотоприемника и фотоприемного устройства. Пространственно-частотная характеристика. Показатель качества фотоприемных устройств.

## 8. Охлаждение фоточувствительных элементов.

Требования на рабочую температуру. Охлаждение жидкими газами. Микротеплообменники на основе эффекта Джоуля-Томсона. Газовые криогенные машины. Термоэлектрические охладители.

## 9. Схемы считывания в формирователях сигналов изображения.

Требования к схемам считывания. Основные виды схем считывания. Схема прямой инжекции тока.

Схема с трансимпедансным усилителем. Приборы с переносом заряда. Схемы мультиплексирования. Передаточные и шумовые характеристики схем считывания.

Гибридизация схем считывания и матриц фоточувствительных элементов.

## 10. Режимы работы схем считывания матричных ФПУ.

Поэлементный опрос. Считывание линеек матричного ФПУ. Полнокадровое интегрирование фототока. Режим Snap-Shot.

## 11. Режим временной задержки и накопления.

Принцип работы. Основные характеристики. Структура схем считывания для работы в режиме ВЗН.

## 12. Коррекция неоднородности матричных фотоприемных устройств.

Физические причины неоднородности. Требования на разрядность АЦП. Долговременная стабильность параметров и корректируемость МФПУ. Методы коррекции неоднородности с использованием опорных источников излучения. Адаптивные методы калибровки по сигналам сцены.

## 13. Основы цифровой обработки сигналов для формирователей сигналов изображения на основе матричных и многорядных фотоприемных устройств.

Структура блоков. Модуль синхронизации с блоком оптико-механической развертки. Модуль АЦП. Модуль коррекции геометрического шума. Модуль регулировки яркости и контрастности.

Модуль формирования видеосигнала.

## 14. Критерии пространственного разрешения при формировании изображений.

Интеграл свертки. Преобразование Фурье. Теорема свертки и оптическая передаточная функция. Применение операций свертки к процессам воспроизведения изображения. Оптические передаточные функции типичных элементов. Влияние электрических систем обработки сигнала на оптические передаточные функции. Ухудшение модуляционной

передаточной функции вследствие движения и неопределенности положения изображения.

#### 15. Критерии чувствительности формирователей сигналов изображения.

Эквивалентная шуму разность температур. Минимальная разрешаемая разность температур.

Минимальная обнаруживаемая разность температур. Температурно-частотная характеристика. Эквивалентная шуму излучательная способность. Характеристики приемного устройства.

Выбор спектрального диапазона. Факторы, характеризующие коэффициент полезного действия собирающей инфракрасной оптической системы. Параметры эффективности работы.

#### 16. Измерения основных параметров формирователей сигналов изображения.

Измерение показателей пространственного разрешения. Измерение показателей чувствительности. Измерение интегральных характеристик.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **Физические основы фотоники**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение основ фотоники, включающей квантовую электронику, интегральную и нелинейную оптику.

#### **Задачи дисциплины:**

- изучение методов генерации, регистрации и преобразования светового излучения;
- знакомство с различными оптическими элементами и устройствами;
- изучение основ кристаллооптики, волоконной и интегральной оптики;
- знакомство с современными оптическими технологиями передачи, записи и обработки информации.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- теоретические основы квантовой электроники, нелинейной оптики, кристаллооптики, волоконной и интегральной оптики;
- устройство и принцип работы различных оптических элементов, используемых для генерации, регистрации и преобразования излучения оптического диапазона.

##### **уметь:**

- самостоятельно изучать литературу и научные статьи по фотонике;
- разбираться в свойствах и характеристиках различных компонент, приборов и устройств, используемых в квантовой электронике, нелинейной оптике, волоконной и интегральной оптике.

##### **владеть:**

- теоретическими моделями, используемыми для описания процессов и явлений различных областей фотоники.

## **Темы и разделы курса:**

### 1. Генерация электромагнитного излучения

1.1. Принципы генерации электромагнитного излучения. Уравнения для описания электромагнитных волн.

1.2. Когерентные источники света – лазеры.

1.3. Квантовые генераторы лазеры.

### 2. Основные элементы полупроводниковой оптоэлектроники

2.1. Полупроводники p и n типов, p-n переход. Светодиоды. Полупроводниковые лазеры. Полупроводниковые оптические усилители. Полупроводниковые фотоприёмники и фотоэлементы.

### 3. Основные явления нелинейной оптики

3.1. Рэлеевское рассеяние света .

3.2. Комбинационное рассеяние света, Мандельштам-Бриллюэновское рассеяние света.

3.3 Многофотонные процессы.

### 4. Использование кристаллов в оптике

4.1. Лазерные кристаллы. Нелинейно-оптические кристаллы. Генерация гармоник лазерного излучения, прямое детектирование света.

4.2. Электрооптические кристаллы (поляризационно зависимые эффекты). Кристаллы в акустооптике.

### 5. Основные элементы волоконной оптики

5.1. Пассивные кварцевые волокна. Активные кварцевые волокна, легированные редкоземельными ионами. Брегговские решётки. Волоконные ответвители. Волоконные изоляторы. Волоконные лазеры. Волоконные усилители.

### 6. Основные элементы интегральной оптики

6.1 Планарные световоды, передача оптических волн по планарным волноводам. Планарные мультиплексоры. Демультимплексоры. Интегральные оптические схемы.

### 7. Основы оптической передачи и обработки информации

7.1 Формирование информации с помощью оптических сигналов. Введение и распространение в среде оптического излучения, несущего информацию. Приём и извлечение оптической информации.

7.2 Построение и основные элементы волоконно-оптических линий связи (информационные сети). Оптический компьютер.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **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: электроника и квантовые технологии**

### **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: электроника и квантовые технологии**

### **Формирование сигналов изображений**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение основ работы формирователей сигналов изображения с цифровой обработкой сигналов.

#### **Задачи дисциплины:**

- знакомство с основными требованиями к формирователям сигналов изображения;
- изучение алгоритмов обработки сигналов в формирователях сигналов изображения;
- изучение основ цифровой обработки сигналов изображения.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- основные требования к ФСИ, алгоритмы работы и методы цифровой обработки сигналов в ФСИ.

##### **уметь:**

- выбирать оптимальную структуру ФСИ для конкретной задачи, применять методы цифровой обработки сигналов для оптимизации характеристик ФСИ.

##### **владеть:**

- математическим аппаратом и методами цифровой обработки сигналов.

#### **Темы и разделы курса:**

1. Основные требования к формирователям сигналов изображения.

Входные и выходные сигналы ФСИ. Система параметров оценки качества ФСИ. Требования пространственного разрешения ФСИ. Требования к чувствительности ФСИ. Интегральные характеристики ФСИ. Эксплуатационные требования.

## 2. Структура ФСИ. Особенности ФСИ инфракрасного диапазона спектра.

Регистрация входного оптического сигнала в различных диапазонах спектра. Аналого-цифровое преобразование сигнала. Цифровая обработка сигналов.

## 3. Основы цифрового представления изображений.

Что такое цифровая обработка изображений? Основные стадии цифровой обработки изображений. Компоненты системы обработки изображений. Основные понятия, используемые при дискретизации и квантовании. Представление цифрового изображения.

Пространственное и яркостное разрешения. Эффекты муара и наложения спектров.

Увеличение и уменьшение цифровых изображений. Соседи отдельного элемента. Смежность, связность, области и границы. Меры расстояния.

## 4. Операции над изображениями.

Поэлементные операции над изображениями. Сложение, вычитание, умножение, деление. Применение при обработке сигналов изображения. Линейные и нелинейные преобразования.

## 5. Основные градационные преобразования.

Преобразование изображения в негатив. Логарифмическое преобразование. Степенные преобразования. Кусочно-линейные функции преобразований.

## 6. Видоизменение гистограммы.

Эквализация гистограммы. Приведение гистограммы (задание гистограммы). Локальное улучшение. Использование гистограммных статистик для улучшения изображения.

## 7. Основы пространственной фильтрации.

Сглаживающие пространственные фильтры. Линейные сглаживающие фильтры. Фильтры, основанные на порядковых статистиках. Пространственные фильтры повышения резкости.

Улучшение изображений с использованием вторых производных: лапласиан. Улучшение изображений с использованием первых производных: градиент.

## 8. Частотные методы улучшения изображений.

Преобразование Фурье и частотная область. Одномерное преобразование Фурье и его обращение. Двумерное дискретное преобразование Фурье (ДПФ) и его обращение. Фильтрация в частотной области. Соответствие между фильтрацией в пространственной области и фильтрацией в частотной области.

#### 9. Сглаживающие частотные фильтры.

Идеальные фильтры низких частот. Фильтры низких частот Баттерворта. Гауссовы фильтры низких частот.

#### 10. Частотные фильтры повышения резкости.

Идеальные фильтры высоких частот. Фильтры высоких частот Баттерворта. Гауссовы фильтры высоких частот. Лапласиан в частотной области. Нерезкое маскирование, высокочастотная фильтрация с подъемом частотной характеристики, фильтрация с усилением высоких частот.

#### 11. Восстановление изображений.

Модель процесса искажения/восстановления изображения. Модели шума. Пространственные и частотные свойства шума. Функции плотности распределения вероятностей для некоторых важных типов шума. Периодический шум. Построение оценок для параметров шума. Подавление шумов — пространственная фильтрация. Подавление периодического шума — частотная фильтрация.

#### 12. Основы теории цвета.

Цветовая модель RGB. Цветовые модели CMYH CMYK. Цветовая модель HSI.

#### 13. Обработка изображений в псевдоцветах.

Квантование по яркости. Преобразование яркости в цвет.

#### 14. Основы обработки цветных изображений.

Цветовые преобразования. Цветовое дополнение. Вырезание цветового диапазона. Яркостная и цветовая коррекция. Обработка гистограмм. Сглаживание цветных изображений. Повышение резкости цветных изображений. Шум на цветных изображениях.

#### 15. Сжатие изображений.

Кодовая избыточность. Межэлементная избыточность. Визуальная избыточность.  
Критерии верности воспроизведения. Кодер и декодер источника. Кодер и декодер канала.  
Сжатие без потерь. Сжатие с потерями. Стандарты сжатия изображений.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **Фотонные интегральные схемы**

#### **Цель дисциплины:**

- расширение профессионального кругозора и получения навыков анализа состояния научно-технических проблем, определяющих прогресс развития методов проектирования и технологии электронных средств, изучение последних достижений и обоснование оптимальных решений конструирования в области планарной технологии.

#### **Задачи дисциплины:**

- приобретение студентами необходимых знаний в области конструкции и технологии микроэлектроники;
- освоение физико-химических основ типовых и специальных технологических операций, и процессов и их творческое использование в разработках современных микросхем;
- формирование у студентов системного подхода к выбору обоснования оптимальных конструктивно-технологических решений;
- изучение дисциплины знакомит студентов с конструкторско-технологическими особенностями производства элементной базы современных электронных систем.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- современные научные проблемы в области конструирования и технологии электронных средств;
- основные понятия, термины, определения, классификации по различным признакам, обозначения, области применения, характеристики планарной технологии;
- конструкции, материалы, характеристики современных микросхем;
- тенденции и перспективы развития планарной технологии;
- основные виды технологической документации при разработке технологических процессов.

##### **уметь:**

- анализировать проблемы в своей области деятельности;
- правильно выбрать методы и средства реализации электронных средств;
- самостоятельно следить за достижениями в области конструирования и технологии изготовления современных микросхем, а также эффективности производства и качества продукции;
- пользоваться нормативно-технической документацией по конструированию, технологии сборки и оценки качества микросхем;
- критически, самостоятельно оценить конструкцию микросхемы для автоматизации ее производства;
- использовать средства ВТ и современные системы проектирования при разработке микросхем и технологических процессов для условий автоматизации.

**владеть:**

знаниями по перспективам развития конструирования и технологии электронных средств.

**Темы и разделы курса:**

1. Технология микроэлектроники и микроэлектронные полупроводниковые приборы.

Развитие полупроводниковой технологии. Принципы планарной технологии. Полупроводниковые материалы.

2. Монокристаллы и пластины.

Основные технологические процессы производства микросхем.

Прогноз развития элементной базы микроэлектроники. Единство интегральной технологии и схемотехники. Интегральная схемотехника – продукт развития технологии. Принципы интегральной схемотехники.

3. Литография – процесс переноса изображения.

Фотолитография – ключевой процесс планарной технологии.

Электронно-лучевая литография. Резисты – полимеры чувствительные к облучению.

Эпитаксия полупроводниковых слоев. Эпитаксиальное выращивание слоев кремния из парогазовой фазы. Молекулярно-лучевая эпитаксия.

Процессы нанесения диэлектрических покрытий. Назначение диэлектрических слоев и требования к ним. Методы получения диэлектрических покрытий.

Термическое окисление кремния. Осаждение диэлектрических пленок.

Перспективы развития методов осаждения диэлектрических пленок.

4. Легирование полупроводников (назначение процесса легирования и основные определения).

Ионная имплантация. Оборудование для ионного легирования. Процессы плазмохимического травления полупроводников, диэлектриков и металлов. Классификация процессов плазмохимического травления. Металлизированные соединения и омические контакты. Требования к металлизации. Материалы для электрических соединений. Оборудование для нанесения металлических пленок. Методы осаждения металлов. Интеграция процессов металлизации.

5. Интеграция технологических процессов в производственный маршрут изготовления микросхем.

Взаимосвязь технологических процессов. Спецификация производственного маршрута.

Структуры и процессы формирования пассивных элементов микросхем. Требования к пассивным элементам и их состав. Интегральные резисторы.

Интегральные конденсаторы. Интегральные индукторы.

Пассивные элементы на основе волноводов. Варакторы.

Диоды Шоттки.

6. Физические структуры микросхем на основе гетеропереходов соединений АЗВ5 и кремний-германий.

Свойства гетеропереходов. Технология гетероструктурных микросхем.

Функциональные приборы и устройства: оптоэлектронные и акустоэлектронные приборы. Микроэлектронные электромеханические устройства. Магниточувствительные устройства.

7. Процессы сборки и герметизации микросхем.

Заключительный этап производства микросхем.

8. Корпуса для интегральных микросхем.

Монтаж кристаллов в корпуса, герметизация, защита от альфа-частиц. Многокристальные модули, бескорпусные и гибридные микросхемы. Тенденции и перспективы развития сборочной технологии.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **Фотоэлектронные приборы на основе германия и кремния**

#### **Цель дисциплины:**

- изучение основных свойств германия и кремния и физических принципов работы различных фотоэлектронных приборов на их основе.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление с особенностями кристаллической структуры германия и кремния, их основными квантовомеханическими и электрофизическими характеристиками;
- изучение физических принципов работы различных фотоэлектронных приборов на основе германия и кремния;
- ознакомление с предельными параметрами, достигнутыми у этих приборов.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- особенности кристаллической структуры германия и кремния, их основные квантовомеханические и электрофизические характеристики;
- физические принципы работы различных фотоэлектронных приборов на основе германия и кремния;
- предельные параметры этих приборов.

##### **уметь:**

- применять полученные знания для физического проектирования конкретных приборов;
- применять полученные знания при работе с конкретными приборами;
- определять предельные и реально достижимые параметры приборов.

##### **владеть:**

- знаниями и навыками работы с ИК-приёмниками на германии и кремнии при решении возникающих задач.

### **Темы и разделы курса:**

#### 1. Полупроводники IV группы германий и кремний.

Основные свойства. Одноэлементные полупроводники IV группы германий и кремний. Их основные квантовомеханические и электрофизические характеристики. Кристаллическая и зонная структуры германия и кремния. Зона проводимости и валентная зона. Собственная проводимость. Донорные и акцепторные примеси. Создаваемые ими энергетические уровни.

#### 2. Основные характеристики полупроводниковых фотоприёмников.

Типы фотоэлектронных приборов на основе германия и кремния и физические принципы, на которых основана их работа. Области их применения.

#### 3. Фотодиоды, детекторы ионизирующих излучений, солнечные батареи.

Основные характеристики полупроводниковых фотоэлектронных приборов. Режимы включения в электрическую цепь. Коэффициент сбора заряда и коэффициент усиления фотоприёмников. Токовая и вольтовая чувствительность фотоприёмников. Их быстродействие, шумы (тепловой, генерационно-рекомбинационный, дробовой, избыточный), пороговая чувствительность, пороговая облучённость и обнаружительная способность. Их теоретический предел в зависимости от спектрального диапазона и фоновой облучённости.

#### 4. Лавинные фотодиоды.

Фототранзисторы. Приборы с р-n-переходами: фотодиоды, детекторы ионизирующих излучений (альфа, бета, гамма-рентген) и солнечные батареи. Р-n-переход при прямом и обратном смещении. Темновой ток и фототок. Квантовая эффективность и коэффициент сбора заряда. Дифференциальное сопротивление. Р-i-n-фотодиоды. Режим короткого замыкания и холостого хода. Токовая чувствительность. Шумы (тепловой и дробовой), пороговая чувствительность и обнаружительная способность. Фотодиоды Шоттки. Их спектральный диапазон и квантовая эффективность. Коэффициент полезного действия солнечного фотоэлемента. Особенности конструкции детекторов ионизирующих излучений.

#### 5. Примесные фоторезисторы длинноволнового ИК-диапазона (6-30 мкм).

Примесные фоторезисторы длинноволнового ИК-диапазона (6-30 мкм). Примеси в германии и кремнии, обеспечивающие чувствительность в данном спектральном интервале. Коэффициент усиления, токовая и вольтовая чувствительность. Быстродействие и частотная характеристика при сильных и низких уровнях фоновой облучённости. Шумы (генерационно-рекомбинационный и дробовой) и обнаружительная способность при сильных и низких уровнях облучённости, их частотная зависимость. Предельные достигнутые уровни обнаружительной способности для фотоприёмников космического назначения. Особенности их стыковки с предусилителями. Оптический гетеродинный фотоприём. Увеличение токовой чувствительности при дополнительной собственной

подсветке. Режим объёмного накопления и аналогового считывания при периодическом импульсном питании.

#### 6. Примесные фоторезисторы дальнего ИК-диапазона (30-200 мкм).

Примесные фоторезисторы дальнего ИК-диапазона (30-200 мкм). Примеси в германии и кремнии, обеспечивающие чувствительность в данном спектральном интервале. Зависимость длинноволновой границы спектрального диапазона в германиевом фоторезисторе от приложенного механического напряжения. Токовая чувствительность и обнаружительная способность. Ограничение по приложенному напряжению.

#### 7. Примесные фоторезисторы субмиллиметрового диапазона (200-1000 мкм).

Примесные фоторезисторы субмиллиметрового диапазона (200-1000 мкм). Водородоподобные центры (H-центры, или A+ и D-центры) в германии и кремнии. Их заполнение в присутствии фоновой подсветки и создаваемая ими длинноволновая фоточувствительность.

#### 8. Фотоприёмники с блокированной проводимостью по примесной зоне.

Лавинное умножение в этих приёмниках. Фотоприёмники с блокированной проводимостью по примесной зоне. Структура и принцип действия фотоприёмника с блокированной проводимостью по примесной зоне. Характеристики реализованных приёмников на германии и кремнии. Токовая и пороговая чувствительность, обнаружительная способность. Лавинное умножение в этих приёмниках. Счёт единичных фотонов. Материалы и спектральные интервалы, для которых реализованы приёмники с блокированной примесной зоной. Области применения.

#### 9. Примесные инжекционные фотодиоды.

Примесные инжекционные фотодиоды. Структура и принцип действия. Коэффициент усиления и токовая чувствительность. Параметры материала и диапазон уровней фоновой облучённости, при которых достигаются высокие значения усиления без ухудшения обнаружительной способности. Быстродействие и частотная характеристика при низких уровнях фоновой облучённости. Шумы (генерационно-рекомбинационный нескольких типов и дробовой, коэффициент шума) и обнаружительная способность. Зависимость обнаружительной способности от напряжения. Сравнение с фоторезистором, имеющим аналогичную базу. Координатная чувствительность в инжекционном фотодиоде. Режим объёмного накопления и аналогового считывания при периодическом импульсном питании. Применения, в которых примесные инжекционные фотодиоды имеют преимущество перед аналогичными фоторезисторами. Материалы и спектральные интервалы, для которых реализованы примесные инжекционные фотодиоды. Проблема создания матриц примесных инжекционных фотодиодов.

#### 10. Другие типы фотоприёмников на основе германия и кремния.

Другие типы ИК-приёмников на основе германия и кремния. Приёмники на основе соединения Ge:Si. Приёмники на фотоэлектромагнитном эффекте.

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии

### Химия твердого тела

#### Цель дисциплины:

- изучение основ современной химии твердого тела.

#### Задачи дисциплины:

- знакомство с современной кристаллохимией и теорией химической связи;
- постановка практических навыков оценки стабильности основных структурных типов;
- обсуждение взаимосвязи «структура-свойства» и основ кристаллохимического дизайна.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### знать:

- теоретические основы кристаллохимии и современные модели химической связи.

##### уметь:

- предсказывать возможность существования и относительную устойчивость соединений с наиболее распространенными структурными типами; планировать процедуру синтеза соединений.

##### владеть:

- методами оценки относительной устойчивости и направлений искажения структурных типов.

#### Темы и разделы курса:

##### 1. Основы кристаллохимии

Первые модели строения кристаллов. Модель шаровых упаковок. Плотнейшие шаровые упаковки в трехмерном пространстве. Пустоты в шаровых упаковках, их взаимное расположение и размеры.

Размерные модели в кристаллохимии. Атомные и ионные радиусы. Система радиусов Шеннона-Прюитта. Понятие координационного числа. Основные координационные полиэдры. Модель Гиллеспи. Теория кристаллического поля: взаимосвязь координационного окружения и электронной конфигурации центрального атома для d-металлов.

Основные структурные типы плотноупакованных структур. Структурные типы металлов, структурные типы ионных соединений. Типы NaCl, CaF<sub>2</sub>. Структурные типы с вакансиями: пироклор, CdI<sub>2</sub>. Структурный тип ReO<sub>3</sub>, структурный тип перовскита. Искажения структурных типов (на примере типа CaF<sub>2</sub> и перовскита). Энергия кристаллической решетки и движущие силы структурных искажений для ионных структур.

## 2. Современные представления о химической связи

Формирование химической связи. Металлическая, ковалентная и ионная связь. Направленное и ненаправленное взаимодействия. Электронная структура твердого тела: формулирование задачи, исследование симметрии (теорема Блоха), краевые условия и множество k-векторов в зоне Бриллюэна. Современные подходы в квантовой химии твердого тела. Метод функционала плотности.

Топологические методы в описании химической связи: метод Бейдера, метод ELF/ELI. Методы обратного пространства (COOP, COHP). Полная энергия кристалла как  $H(0)$ . Поверхность потенциальной энергии кристалла. Колебания кристаллической решетки: симметрия задачи, фононный спектр твердого тела.

## 3. Стабилизация и искажения структурных типов

Стабилизация структуры как достижение минимума на ППЭ. Термодинамическая стабильность структуры. Формирование твердых растворов, энтропийный вклад. Переходы «порядок-беспорядок», теория фазовых переходов Лифшица. Стабилизация модулированных структур.

Понижение симметрии и электронный вклад. Фазы Юм-Розери. Фазы с преимущественно ковалентным взаимодействием: фазы Цинтля, молекулярные кристаллы. Ван-дер-Ваальсовы взаимодействия. Размерность блоков, структуры срастания (на примере фаз Раддлесдена-Поппера, фаз Ауривиллиуса).

## 4. Взаимосвязь «структура-свойства»

Факторы, обуславливающие влияние структуры на свойства. Электронная конфигурация d-металлов. Понижение симметрии и ферроэлектрики. Некоторые аспекты взаимосвязи магнитных свойств веществ и их структуры. Химическое давление. Основные принципы структурного дизайна.

## 5. Дисперсность и структурная химия

Вклад поверхности в свободную энергию. Стабилизация полиморфных модификаций в дисперсных системах. Некоторые аспекты взаимосвязи размеров частиц и свойств

материалов (обзор). Тонкие пленки как системы со значительным вкладом поверхностной энергии.

#### 6. Экспериментальная химия твердого тела

Фазовые диаграммы двух- и трехкомпонентных систем. Планирование синтеза на основе данных фазовых диаграмм. Использование ДТА при планировании синтеза. Методы синтеза метастабильных фаз (мягкая химия, ВД-синтез, высокоэнергетические методы – MW, SPS).

## Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии

### 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: электроника и квантовые технологии**

### **Элементная база управляющих вычислительных систем**

#### **Цель дисциплины:**

- формирование знаний, умений и навыков в области архитектуры микропроцессора MIPS, разработки встраиваемых систем от формирования требований до завершения этапа отладки.

#### **Задачи дисциплины:**

- изучение и программирование архитектуры процессора MIPS;
- изучение и разработка требований, технического задания, плана тестирования и приемосдаточных испытаний для встраиваемых систем;
- изучение и применение микроконтроллеров, датчиков, устройств отображения информации исполнительных устройств, модулей связи;
- разработка учебного проекта на макете встраиваемой системы.

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

##### **знать:**

- архитектуру процессора MIPS;
- основы технической документации для разработки и апробации встраиваемых систем;
- структуру, состав и принципы функционирования модулей микроконтроллера и периферии.

##### **уметь:**

- программировать процессор с архитектурой MIPS;
- программировать микроконтроллеры и периферийные устройства.

##### **владеть:**

- основами сопряжения элементов встраиваемой системы, навыками программирования и применением средств отладки.

### **Темы и разделы курса:**

1. Управляющая вычислительная система: схема, классификация элементной базы, этапы встраивания в объект управления

Обобщенная схема управляющей вычислительной системы. Классификация элементной базы управляющих вычислительных систем. Виды управляющих вычислительных систем по конфигурации, назначению и применению. Этапы встраивания управляющей вычислительной системы в объект управления: ИУС, распределенные ИУС, встроенные вычислительные системы, сетевые встроенные системы, киберфизические системы

2. Индустрия 4.0: киберфизические системы, факты и последствия

Аграрная и четыре промышленных революции. Проблемы киберфизических систем. IoT: описание и причины появления. Факты и последствия индустрии 4.0: ожидания потребителей; продукты, усовершенствованные данными, коллаборативные инновации, новые операционные модели компаний, существенные изменения

3. Транзисторы и логические элементы. Виды логических схем

Построение логических элементов на основе транзисторов. Логические уровни для входов и выходов. Передаточная функция логического элемента. Типовые уровни напряжений [LV]TTL, [LV]CMOS. Нагрузочные характеристики HCMOS в зависимости от температуры. Расчет количества потребителей для выходов логического элемента.

4. Булева алгебра, СДНФ, СКНФ. Карты Карно. Примеры

Логическая схема как черный ящик. Узлы и элементы логической схемы. Виды логических схем: комбинационная и последовательностная логика. Правила комбинационной логики. Булевы уравнения, дополнение, литерал, импликанта, минтерм, макстерм. Приоритет логических операций. СДНФ и СКНФ. Аксиомы (A1-A5) и теоремы (T1-T12) булевой алгебры. Применение теорем булевой алгебры. Упрощение схем: перемещение инверсии. Схема приоритета: таблица истинности, условное графическое обозначение. Состояния Z и X. Правила работы с картами Карно. Пример для декодера 7-сегментного индикатора, мультиплексора и демультиплексора

5. Временные характеристики логического элемента. Импульсные помехи. Элементы памяти

Временные характеристики логического элемента: задержка распространения, задержка реакции. Причины и компенсация импульсных помех. Правила разработки последовательностной схемы. Бистабильная схема, RS-защелка, D-защелка, D-триггер. Правила разработки синхронной последовательностной схемы. Бистабильная схема, RS-защелка, D-защелка, D-триггер.

6. Конечные автоматы Мура и Мили

Конечные автоматы Мура и Мили, применение для светофорного регулирования перекрестка: диаграмма состояния, таблицы, схема, временная диаграмма. Сравнение конечных автоматов Мура и Мили: диаграмма состояний, таблицы, схемы, временные

диаграммы. Проектирование сложных конечных автоматов: этапы и применение на примере добавления режима "Парад" в светофорном регулировании перекрестка.

#### 7. Реализация операций сложения, вычитания, умножения, деления. АЛУ

Метаустойчивость D-триггера. Расчет периода для последовательных схем - худший и лучший случаи. Временной анализ. Реализация операции сложения: полусумматор, полный сумматор, сумматор с распространяющимся переносом, сумматор с последовательным переносом, сумматор с ускоренным переносом, префиксный сумматор. Сравнение времени вычисления видов сумматоров. Реализация устройства вычитания, операции сравнения (равенство, меньше чем). Арифметико-логическое устройство: схема, таблица с битами управления и функциями. Логика работы схем логического, арифметического и циклического сдвига. Схемотехника сдвиговых регистров с сигналом shift amount. Умножители: принцип действия и схемотехника. Делитель 4x4 ( $A/B = Q + R/B$ ).

#### 8. Матрицы памяти. ПЛМ, ПЛИС

Счетчики. Сдвиговые регистры. Матрицы памяти DRAM, SRAM, ROM (включая реализацию LUT). Глубина и ширина в матрицах памяти. Битовые ячейки. Виды ROM: программируемые плавкими перемычками, стираемые программируемые, электрически стираемые программируемые, флеш-память. ПЛМ (точечная нотация), FPGA (на примере Altera Cyclone IV; маршрут проектирования в Quartus).

#### 9. Архитектура MIPS. Конвейеры. Принципы разработки

Архитектура MIPS. 5 уровней RISC-конвейера: временная диаграмма, схема электрическая принципиальная. 3 вида конвейеров. 3 вида конфликтов конвейеров. Иллюстрация принципов разработки MIPS: единообразие, реализация типовых случаев, меньше -- быстрее, компромисс: 3 типа команд с примерами на asm и представлением значений полей и машинных кодов.

#### 10. Машинный язык MIPS. Часть 1

Машинный язык MIPS: PC, декодирование команды, логические команды (включая непосредственную адресацию), команды сдвига на константное и переменное количество разрядов, генерация констант, получение результатов в командах умножения и деления. Машинный язык MIPS: условные (2) и безусловные (3) переходы. Преобразование высокоуровневых конструкций в asm. Загрузка байта с расширением знака и без, сохранение байта. Доступ к массивам по индексу, доступ в цикле. Вызов функции, соглашение о вызове функции, кадр стека, примеры. Регистры, сохраняемые вызываемой и вызывающей функциями.

#### 11. Машинный язык MIPS. Часть 2

Машинный язык MIPS: множественные вызовы функций, рекурсивная функция, действия вызываемой и вызывающей функций. 5 режимов адресации с примерами. Этапы получения исполняемого файла из исходных. Карта памяти MIPS. Структура программы на asm с примером. Псевдокоманды.

#### 12. Микроархитектура и 3 варианта реализации

Asm MIPS: директивы, типы данных, пример. Регистры, типы и перечень команд. Функция syscall, зависимость от значения параметра 1 ... 8, 10 ... 16. Микроархитектура: операционный автомат = управляющий автомат и тракт данных. 3 варианта реализации архитектуры. Параметры CPI и IPC. Архитектурное состояние и набор команд. Процесс разработки микроархитектуры. Тракт данных, управляющий автомат, расчет быстродействия для 3-х вариантов. Сравнение быстродействия трех типов микроархитектур. Микроархитектура с обработкой исключений. Улучшенные микроархитектуры: длинные конвейеры, предсказание условных переходов, суперскалярные процессоры, процессор с внеочередным выполнением команд, переименование регистров, SIMD, многопоточность, мультипроцессоры.

### 13. Иерархия памяти и система ввода-вывода

Память: диаграмма стоимость-емкость-быстродействие. 2 вида локальности. Уровни промаха и попадания, среднее время доступа к памяти. Проектирование кэша: 3 ключевых вопроса. Кэш прямого отображения, наборно-ассоциативный и полностью ассоциативный: разработка и сравнение характеристик. График уровней промаха. Виртуальная память. Виртуальные адреса, защита памяти. Термины виртуальной памяти. Трансляция адресов. Таблица страниц. Буфер TLB.

### 14. Периферия вычислителя: АЦП, ЦАП, ШИМ, USB, PCI/PCIe, DDR, TCP/IP, SATA

Периферийные устройства, обеспечивающие связь вычислителя с внешним миром: принцип работы, примеры использования.

### 15. Учебный проект на программном эмуляторе процессора с архитектурой MIPS

Программирование учебной задачи на языке ASM.

### 16. Требования к встраиваемым вычислительным системам и основы их проектирования

Техническое задание. Переход от ТЗ к разработке. Этапы проектирования встраиваемых вычислительных систем.

### 17. Датчики физических величин

Классификация, принцип действия, погрешности и примеры применения датчиков физических величин.

### 18. Беспроводные сенсорные сети

Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee, WiMax, NB-IoT, LPWAN.

### 19. Проводные интерфейсы

GPIO, UART, SPI, eSPI, I2C, SMBus, LVDS, HDMI, I2S, RS-232C, RS-422A, RS-485

### 20. Электромагнитные исполнительные устройства

Реле, соленоиды, двигатели (щеточные, бесщеточные, шаговые), сервоприводы. Устройство и подключение к вычислителю.

### 21. Устройства отображения информации

Светодиоды, светодиодные матрицы, жидкокристаллические индикаторы: устройство и подключение

22. Обзор отладочной платы с микроконтроллером MSP430F5529. Часть 1.

Состав и назначение элементов отладочной платы.

23. Обзор отладочной платы с микроконтроллером MSP430F5529. Часть 2.

Микроконтроллер MSP430F5529: состав и описание работы основных модулей.

24. Основы программирования и отладки на языке Си

Работа с памятью, организация циклов, ветвлений, функций

25. Формирование технического задания на разрабатываемое устройство. Методы тестирования программного обеспечения и аппаратуры. Разработка плана тестирования и приемо-сдаточных испытаний

Формирование технического задания на разрабатываемое устройство. Методы тестирования программного обеспечения и аппаратуры. Разработка плана тестирования и приемо-сдаточных испытаний.

Основы написания технической документации и применение методик тестирования

26. Учебный проект на MSP-EXP430F5529

Формирование индивидуального задания. Декомпозиция на задачи.

Сопряжение элементной базы для построения встраиваемой системы

Программирование и отладка.

Программирование и отладка. Разработка тестов и тестирование.

Имитация приемо-сдаточных испытаний.

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

**Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика**

**Направленность: Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии**

### **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, социолингвистикой, 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.