

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ливанов Дмитрий Викторович
Должность: Ректор
Дата подписания: 20.09.2023 16:30:47
Уникальный программный ключ:
c6d909c49c1d2034e75e0156c4aa51e7372e3a1c

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Аналитическая геометрия

Цель дисциплины:

- формирование базовых знаний по геометрии для дальнейшего использования в других областях математического знания и дисциплинах естественнонаучного содержания;
- формирование математической культуры, исследовательских навыков и способности применять знания на практике.

Задачи дисциплины:

- формирование у обучающихся базовых знаний по аналитической геометрии;
- формирование общематематической культуры: умение логически мыслить, проводить доказательства основных утверждений, устанавливать логические связи между понятиями;
- формирование умений и навыков применять полученные знания для решения геометрических задач, самостоятельного анализа полученных результатов.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основы теории графов, теоремы о вложимости, формулу Эйлера, теорему о раскрасках;
- топологические свойства двумерных поверхностей, теоремы классификации компактных двумерных поверхностей;
- теорию кривых на плоскости и в пространстве, формулы Френе;
- определение кривизны и кручения, теорему о восстановлении кривой по кривизне и кручению; основы теории поверхностей, определение и свойства первой и второй квадратичных форм поверхности, теорему Менье, определение главных кривизн и главных направлений, формулу Эйлера;
- определение ковариантных производных, правила вычисления символов Кристоффеля, уравнения параллельного переноса и геодезических на поверхностях;
- основы сферической геометрии и геометрии Лобачевского, теоремы синусов, косинусов, формулы для суммы углов треугольника на сфере и плоскости Лобачевского.

уметь:

- вычислять инварианты графов, определять топологический тип двумерной поверхности, находить кривизны и кручения кривых, главные кривизны и главные направления поверхностей;
- вычислять ковариантные производные векторных полей на поверхностях, решать задачу параллельного перенесения;
- находить и исследовать геодезические, решать геометрические задачи на сфере и плоскости Лобачевского.

владеть:

- аппаратом теории кривых и поверхностей и его приложениями к механике;
- техникой ковариантных производных и ее приложениями;
- аппаратом теории графов.

Темы и разделы курса:

1. Геометрия кривых и поверхностей в евклидовом пространстве.

Плоские кривые. Касательная и нормаль. Длина кривой. Натуральный параметр.

Соприкасающаяся окружность. Кривизна плоской кривой. Плоские формулы Френе.

Восстановление плоской кривой по функции кривизны.

Эволюта и волновой фронт плоской кривой.

Кривые в пространстве. Соприкасающаяся окружность. Репер Френе, формулы Френе, кривизна и кручение.

Восстановление пространственной кривой по кривизне и кручению.

Поверхности. Первая квадратичная форма. Длины и углы.

Ковариантные производные векторных полей и их свойства.

Символы Кристоффеля и их вычисление.

Параллельный перенос и геодезические на поверхностях.

Изометрии поверхностей.

Вторая квадратичная форма поверхности. Теорема Менье.

Главные кривизны и главные направления. Формула Эйлера. Гауссова и средняя кривизны.

Отклонение точки поверхности от касательной плоскости. Эллиптические, гиперболические и параболические точки двумерной поверхности.

2. Простейшие неевклидовы геометрии.

Геометрия на сфере. Геодезические, изометрии, расстояние, окружности.

Сферические треугольники. Теоремы косинусов и синусов. Двойственная теорема косинусов. Теорема о сумме углов сферического треугольника.

Пространство Минковского. Подпространства и ортогональные дополнения. Преобразования Лоренца. Неравенства Коши-Буняковского и треугольника для времениподобных векторов.

Мировые линии инерциальных наблюдателей. Относительность одновременности, замедление времени, сокращение длин. Парадокс близнецов.

Векторная модель геометрии Лобачевского. Геодезические, изометрии, окружности, треугольники.

Модель Пуанкаре геометрии Лобачевского.

3. Топология графов и двумерных поверхностей.

Графы. Теорема о числе маршрутов. Уникурсальные графы.

Число Бетти и эйлерова характеристика графа. Максимальное дерево. Теорема о системе токов.

Планарные графы. Непланарность полного графа с пятью вершинами и графа «три домика, три колодца».

Раскраски карт и графов. Теорема о пяти красках.

Триангулируемые двумерные поверхности. Примеры. Ориентируемые и неориентируемые поверхности.

Склейки из квадрата. Операции вырезания дырки и приклейки ручки.

Теорема классификации компактных двумерных ориентируемых поверхностей без края.

Теоремы о классификации неориентируемых поверхностей и поверхностей с краем.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Аналитическая механика

Цель дисциплины:

- освоение студентами основ аналитической механики.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний в области аналитической механики как дисциплины, интегрирующей общеприродную и математическую подготовку студентов;
- овладение основными методами, позволяющими решать уравнения аналитической механики; решение задач, охватывающих основные приложения аналитической механики.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основы лагранжевой механики;
- теоретические основы динамики консервативных и диссипативных систем вблизи равновесия;
- теоретические основы динамики твердого тела;
- принцип наименьшего действия и основы гамильтоновой механики;
- метод канонических преобразований и аппарат скобок Пуассона;
- метод Гамильтона-Якоби и технику разделения переменных;
- метод переменных действие-угол.

уметь:

- формулировать уравнения Лагранжа в обобщенных координатах, находить интегралы движения и с их помощью решать уравнения движения;
- вычислять период финитного движения;
- вычислять сечение рассеяния в данном центральном поле;

- находить собственные частоты и нормальные колебания систем со многими степенями свободы;
- вычислять моменты инерции твердого тела;
- переходить от лагранжиана к гамильтониану и наоборот с помощью преобразования Лежандра;
- осуществлять канонические преобразования с помощью данной производящей функции;
- вычислять скобки Пуассона;
- разделять переменные в уравнении Гамильтона-Якоби и решать с помощью метода Гамильтона-Якоби канонические уравнения движения;
- переходить к переменным действие-угол;
- вычислять адиабатические инварианты.

владеть:

- основными методами аналитической механики – методами Лагранжа I и II рода;
- методами интегрирования уравнений движения, принципом наименьшего действия;
- методом канонических уравнений Гамильтона, аппаратом скобок Пуассона, методом Гамильтона-Якоби решения канонических уравнений.

Темы и разделы курса:

1. Канонические преобразования

Определение канонического отображения. Канонические преобразования. Производящие функции канонического преобразования. Бесконечно малые канонические преобразования.

Критерии каноничности преобразования. Скобки Лагранжа. Скобки Пуассона. Свойства скобок Пуассона. Теорема Пуассона.

Уравнение Гамильтона-Якоби. Метод Гамильтона-Якоби решения канонических уравнений. Укороченное действие.

Разделение переменных в методе Гамильтона-Якоби. Разделение переменных в сферических, параболических и эллиптических координатах. Движение частицы в поле двух притягивающих центров.

Понижение порядка системы канонических уравнений с помощью интеграла энергии. Принцип Мопертюи-Лагранжа. Оптико-механическая аналогия.

Переменные действие-угол в одномерном случае. Адиабатический инвариант.

2. Основы гамильтоновой механики

Принцип наименьшего действия Гамильтона. Уравнения Лагранжа II рода как следствия вариационного принципа. Преобразования Лежандра.

Функция Гамильтона. Канонические уравнения Гамильтона. Циклические переменные. Функции Лагранжа и Гамильтона частицы в магнитном поле.

Действие как функция координат и времени. Фазовое пространство, фазовая скорость, фазовый поток. Теорема Лиувилля. Расширенное фазовое пространство. Лемма Стокса. Интегральные кривые уравнений Гамильтона как линии ротора формы $pdq - Hdt$. Интегральные инварианты Пуанкаре и Пуанкаре-Картана.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Английский язык (уровень В2)

Цель дисциплины:

- освоение студентами основных лексических единиц и навыков владения коммуникативной грамматикой на уровне не ниже разговорного.

Задачи дисциплины:

- приобретение навыков устной речи по различным коммуникаивным функциям;
- приобретение навыков письменной речи для создания различных типов текстов.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- знать лексический минимум в объеме 10000 учебных лексических единиц общего и терминологического характера.

уметь:

- анализировать и оценивать социальную информацию; планировать и осуществлять свою деятельность с учетом результатов этого анализа.

владеть:

- иностранным языком в объеме, необходимом для возможности получения информации из зарубежных источников.

Темы и разделы курса:

1. Деньги.

Грамматический аспект – условные предложения. Лексический аспект –прилагательные, описывающие богатство/бедность. Коммуникативный аспект – сравнительное повествование.

2. Дом.

Грамматический аспект – questiontags (вопросы –тэги); вводные предложения и уточняющие обороты. Лексический аспект – фразовые глаголы, идиомы. Коммуникативный аспект – просьбы, согласие/несогласие, предложения-предположения.

3. Дороги, которые мы выбираем.

Грамматический аспект – формы будущего времени. Лексический аспект – географические названия и обозначения. Коммуникативный аспект – выражение согласия/несогласия.

4. Единицы измерения, физические величины, классическая механика, Ньютон.

Сослагательное наклонение, условные предложения, инверсия в условных предложениях, модальные глаголы; работа со статьями по тематике, письменный обзор статей, аннотации к статьям.

5. История открытия атома, строение атома, рождение ядерной физики.

Герундий, его формы, случаи употребления, обратный порядок слов, грамматический тест; работа с лексикой по теме; обсуждение и чтение статей, аннотации к статьям, доклады и обсуждение круглого стола, видеоматериалы и вопросы к ним, заключительная контрольная работа.

6. История физики. Галилей и Декарт.

Грамматика Инфинитив и его формы и его функции в предложении, грамматические упражнения; чтение, перевод и обсуждение статей по истории физики, письменный обзор статей, соответствующая теме лексика, видео по теме и постановка вопросов к видео.

7. Настроения.

Грамматический аспект – модальные глаголы. Лексический аспект – цвет и свет (прилагательные), настроение (существительные и глаголы). Коммуникативный аспект – выражение различных оттенков настроения с помощью интонации.

8. Образование.

Грамматический аспект – прямая/косвенная речь. Лексический аспект – термины и аббревиатуры, связанные с образованием; фразовые глаголы. Коммуникативный аспект – ведение дискуссии о проблемах образования.

9. Ответы на насущные вопросы.

Грамматический аспект – сослагательное наклонение. Лексический аспект – идиоматические пары. Коммуникативный аспект – выражение недовольства, жалобы.

10. Открытие элементарных частиц.

Чтение, перевод и практика письменного изложения материала; грамматика случаи употребления герундия; лексика по теме; беседы по статьям об элементарных частицах.

11. Отражение фактов в средствах массовой информации.

Грамматический аспект – формы прошедшего времени. Лексический аспект – словосочетания «существительное-существительное». Коммуникативный аспект – выражение недовольства.

12. Придаточные предложения условия и времени.

Написание писем/ рассказов/биографий/докладов/эссе, описание людей/мест/мнений.

13. Проблемы молодежи.

Грамматический аспект – модальные глаголы и их синонимы. Лексический аспект – словосочетания с глаголом 'get'. Коммуникативный аспект – выражение удивления и недоверия, отстаивание своей точки зрения.

14. Продолженное время и его формы.

Грамматические упражнения по теме, грамматика в текстах, контрольная работа, обсуждение статей по теме Страны Содружества Великобритании, видео и ответы на вопросы, круглый стол по этой теме, подведение итогов.

15. Путешествия.

Грамматический аспект – глагольные конструкции «глагол/инфинитив», «глагол/герундий». Лексический аспект – прилагательные (степени сравнения), наречия. Коммуникативный аспект – описательное повествование.

16. Рассказ об исторических событиях.

Грамматический аспект – модальные глаголы в значении вероятности. Лексический аспект – синонимы; устойчивые выражения с модальными глаголами. Коммуникативный аспект – формальный и неформальный стили в разговорной речи.

17. Рецензирование книги.

Грамматический аспект – степени сравнения, сравнительные обороты. Лексический аспект – книжные категории (существительные), описание книг (прилагательные). Коммуникативный аспект – ведение дискуссии о стилях и жанрах.

18. Сверхпроводимость и сверхпроводники.

Чтение, перевод и обсуждение статей по теме; грамматика The Complex Object with the Infinitive; практика употребления этой конструкции в предложениях, дискуссия.

19. Семья.

Грамматический аспект – сослагательное наклонение; пассивный залог. Лексический аспект – «семейная» лексика; фразовые глаголы. Коммуникативный аспект – расширенные описания человека.

20. Симметрия в физических теориях.

Чтение, перевод и обсуждение статей; грамматика случаи употребления глагола "should"; практика разных видов чтения статей; доклады по темам.

21. Совершенное время и его формы.

Обсуждение, чтение, перевод тематических статей Политическая система Великобритании, примеры грамматических форм в статьях, новая лексика в примерах, реферирование статей устно и письменно, видео по теме и обсуждение и подготовка к докладам.

22. Современное телевидение.

Грамматический аспект – способы выражения привычных действий (в настоящем и прошлом). Лексический аспект – омонимы и омофоны. Коммуникативный аспект – выражение своей точки зрения в дискуссии.

23. Страдательный залог и его формы. Сравнение с действительным залогом.

Обсуждение грамматики в упражнениях и примерах, грамматический тест, чтение и обсуждение научно-популярных статей по теме образование, университеты Великобритании и России, лексика связана с темой образования, видеозаписи по теме и ответы на вопросы.

24. Теплота, энергия, свет, теории света.

Инфинитив в составе сложного подлежащего и в составе сложного дополнения, грамматический тест; лексические упражнения по теме; чтение, перевод и обсуждение статей по теме, реферирование статей и доклады по темам, видеоматериалы и их обсуждение.

25. Физические открытия радиоактивность и расщепление атома.

Чтение, перевод и обсуждение статей по этой теме; грамматика функции герундия в предложении, приставка в словообразовании; лексика связана с темой; практика употребления герундия в письменном изложении.

26. Эквиваленты модальных глаголов. Степени сравнения прилагательных и наречий.

Объяснение грамматики с примерами и упражнениями. Чтение, перевод, реферирование текстов и их обсуждение, соответствующая тексту лексика в упражнениях, аудирование и упражнения на понимание речи.

27. Экстремальный опыт.

Грамматический аспект – относительные/вопросительные местоимения, причастные и деепричастные обороты. Лексический аспект – наречные словосочетания. Коммуникативный аспект – описания и комментарии.

28. Электричество, магнетизм и история электроники.

Причастие и его формы, независимый причастный оборот, упражнения; обзор статей, реферирование, написание аннотации, доклады, описание графиков.

29. Юмор в англоязычной литературе.

Грамматический аспект – формы настоящего времени. Лексический аспект – типы юмора.
Коммуникативный аспект – эмоциональные реакции.

30. Ядерные реакторы.

Чтение, перевод и обсуждение статей; грамматика употребление местоимения “one” в качестве подлежащего; лексика по теме; доклады и видео по теме.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Безопасность жизнедеятельности

Цель дисциплины:

формирование у студентов общекультурных и общепрофессиональных интегральных компетенций и конкретных знаний умений и навыков в сфере безопасности жизнедеятельности, включая, вопросы безопасного взаимодействия человека с природной и техногенной средой обитания и вопросы защиты человека от негативных факторов чрезвычайных ситуаций.

Задачи дисциплины:

- знакомство студентов с теоретическими основами и практическими вопросами обеспечения безопасности жизнедеятельности;
- формирование у студентов представлений о психологической безопасности, психологических угрозах и когнитивных искажениях;
- освоение студентами подходов к противодействию психологическим угрозам, работе со стрессом и коммуникативными манипуляциями;
- освоение студентами базовых знаний в области физического здоровья и здоровья мозга;
- развитие у студентов представлений о связях и возможностях использования гуманитарных, социальных, экономических и естественнонаучных, качественных и количественных подходов и методов при анализе и решении задач обеспечения БЖД.
- формирование представлений у студентов о связи своей профессиональной деятельности и задач обеспечения БЖД;
- формирование у студентов представлений о значимости личной жизненной позиции и индивидуального поведения для обеспечения индивидуальной и коллективной безопасности, в том числе для обеспечения безопасности социума, включая такой актуальный аспект, как противодействие коррупции, терроризму и экстремизму.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- психологические основы обеспечения безопасности жизнедеятельности, включающие в себя работу с психологическими угрозами, стрессовыми состояниями и построению безопасной коммуникации с социумом;
- ключевые аспекты здорового образа жизни, понятия о системах организма и способах их укрепления и развития;
- правовые и экономические понятия обеспечения безопасности жизнедеятельности граждан Российской Федерации, в том числе государственной молодёжной политики и правовых отношений в области науки и высоких технологий;
- государственную политику, государственные структуры и систему мероприятий в области обеспечения безопасности жизнедеятельности, правила поведения в чрезвычайных ситуациях и оказания первой помощи при несчастных случаях, авариях, чрезвычайных ситуациях и террористических актах.

уметь:

- самостоятельно оценивать собственное психологическое состояние, диагностировать когнитивные искажения и стрессовые состояния, вырабатывать копинговые стратегии;
- осознанно подходить к вопросам индивидуального здорового образа жизни, продумывать безопасные индивидуальные тренировочные режимы и рационы питания;
- анализировать социоэкономические процессы с точки зрения прав и обязанностей гражданина РФ и студента ВУЗа;
- принимать обоснованные управленческие и организационные решения и совершать иные действия в точном соответствии с законом, в том числе, в сфере противодействия коррупции, противодействия терроризму и экстремизму.

владеть:

- принципами и основными навыками построения психологической безопасности, ведения безопасной межличностной коммуникации, распознавания социальных манипуляций;
- системным подходом к формированию аспектов здорового образа жизни;
- правовыми основами информационной безопасности и безопасности интеллектуально-правовых отношений;
- навыками принятия осознанных экономических решений, способами сохранения и грамотного использования капитала;
- принципами и основными навыками безопасного поведения в быту и при осуществлении профессиональной деятельности, в частности, при несчастных случаях, авариях, чрезвычайных ситуациях, коррупционных нарушениях и террористических актах.

Темы и разделы курса:

1. Введение в безопасность жизнедеятельности

Общие термины безопасности жизнедеятельности. Безопасность жизнедеятельности в комплексе: психологически, физиологический, правовой, экономический и социальный аспекты. Политика МФТИ в области обеспечения безопасности жизнедеятельности студентов и сотрудников. Структура органов управления МФТИ, их функции и полномочия.

2. Добро пожаловать на Физтех

История становления МФТИ как ведущего технического института России. Отцы-основатели Физтеха, развитие базовых кафедр, политика ректоров института. Особенности системы Физтеха как ключевого аспекта комплекса образования и науки в МФТИ.

3. Психологические угрозы

Понятие психологической безопасности. Типология психологических угроз. Угрозы общепсихологической природы. Когнитивные ошибки. Ошибки внимания и невнимания: дорожно-транспортные происшествия, авиакатастрофы, постановка диагноза в клинической практике, уличные кражи. Ошибки памяти: ложные свидетельства в суде, ложные воспоминания. Ошибки мышления: процессы принятия решений в судопроизводстве. Феномен ложных корреляций. Самосбывающиеся пророчества. Метакогнитивные ошибки: проблема оценки собственного и чужого профессионализма. Индивидуальные когнитивные искажения и их связь с общим психологическим благополучием личности. Приемы и техники для самонаблюдения и изменения собственных автоматических ошибочных суждений.

4. Психология стресса

Понятия «стресс». Типы реакций в ответ на травмирующее воздействие. Стрессоры и их связь с адаптацией. Симптомы дезадаптации. Феномен выученной беспомощности. Критические, изменяющие жизнь события (макрострессоры). Травматические события и травматический стресс. Повседневные перегрузки (микрострессоры) и их воздействие. Хронические перегрузки и их воздействие. Защитные механизмы личности. Психосоматические проявления. Диагностика стрессов, стрессовых реакций. Способы совладания со стрессом (копинги). Острое горе: основные этапы. Помощь при острой реакции на стресс. Факторы, которые могут повлиять на то, как человек будет справляться с травмой. Внешние и внутренние ресурсы.

5. Психология лжи, убеждения и манипуляций в различных видах коммуникации

Понятие манипуляции. Личностная черта «макиавеллизм» и характеристика макиавеллистов. Понятие тёмной триады. Основные типы социальных манипуляций. Феномен Вертера. Влияние типа «группа-личность». Конформность и подчинение авторитету. Феномен группового мышления. Деперсонализация. Влияние типа «личность-личность». Факторы аттракции. Языковые манипуляции. Основные формы распознавания лжи по словам, по голосу, по пластике, по реакциям ВНС. Виктимность. Характеристики невербального поведения жертвы, психологический портрет жертвы.

6. Социальные механизмы психологической безопасности

Социальное окружение как модератор психологической безопасности. Социальная сеть, социальная поддержка. Влияние социальной поддержки на психическое здоровье. Источники и возможности получения социальной и психологической поддержки в

образовательных и муниципальных системах. Социальная фасилитация и социальная леность. Просоциальное поведение. Общественная и волонтерская деятельность, как способ самореализации и компенсации.

7. Ключевые аспекты здорового образа жизни. Основные понятия о системах организма.

Концепция здорового образа жизни - базовая терминология. Основные системы органов человека (краткое описание и функции) - пищеварительная, дыхательная, сердечно-сосудистая, эндокринная система, иммунная система, нервная, половая, лимфатическая, опорно-двигательная, покровная, кровеносная, система выделения, функциональная система. Пагубные привычки (курение, алкоголь, наркотики) - причины, профилактика, уровень пагубного воздействия на здоровье и качество жизни индивидуума. Факторы влияния вредных веществ на ДНК.

8. Физическая культура и спорт как неотъемлемые составляющие элементы здорового образа жизни

Понятие об идеальной клетке человека. ДНК и РНК. Мышечная система. Модель нервно-мышечного аппарата. Основные механизмы мышечной деятельности. Биоэнергетика мышечных волокон. Роль генетики в композиции мышечных волокон человека. Биопсия. Генетические маркеры и их роль в спортивном отборе и прогнозировании. Оптимальные и безопасные тренировочные режимы. Зоны интенсивности работы человеческого организма. Феномен “отказа” в работе мышц. Понятие “закисления” организма. Физиологическое обоснование уровня физической нагрузки. Аэробный и анаэробный пороги. Сердце, как лимитирующий фактор физической деятельности.

9. Рациональное питание (диетология, нутрициология)

Диетология и нутрициология - основные сходства и различия. Белки, жиры, углеводы, как основные соединения для обеспечения правильного и бесперебойного функционирования всех систем организма. Факторы синтеза белка. Физиологические проблемы ожирения. Механизм и основные условия естественного похудения. Мифы о питании. Полезные и вредные продукты. Нюансы системы пищеварения - последние исследования и рекомендации. Витамины и микроэлементы. Дополнительное питание. Обзор рынка дополнительного и спортивного питания.

10. Личная гигиена человека

Понятие личной и общественной гигиены. Основные разделы личной гигиены: гигиеническое содержание тела (кожи, волос, полости рта, органов слуха, зрения, половых органов), гигиена индивидуального питания, гигиена одежды и обуви, гигиена жилища. Гигиенические принципы и методики повышения общей неспецифической резистентности организма. Личная гигиена в период инфекционных заболеваний. Резистентность к антимикробным препаратам.

11. Безопасность социальной молодежной активности. Безопасность взаимодействия с органами государственной власти. Противодействие коррупции

Молодежная политика государства. Законные и незаконные формы молодежной активности. Участие в деятельности НКО как форма молодежной активности. Гражданское участие в местном самоуправлении. Правовые последствия участия студентов в несанкционированных мероприятиях и незаконных действиях в сети Интернет. Общая

характеристика структуры и полномочий правоохранительных органов. Основы безопасного взаимодействия граждан с силовыми структурами.

12. Правовые основы информационной безопасности. Безопасность интеллектуально-правовых отношений

Правовое регулирование отношений, возникающих в сфере информации, информационных технологий и защиты информации. Государственная политика в области информационной безопасности. Основы правовой безопасности при осуществлении международного научного обмена и публикационной активности. Правовые основы и наиболее распространенные проблемы охраны интеллектуальной собственности. Правовой статус авторов как участников правоотношений, связанных с созданием объектов интеллектуальной собственности.

13. Финансовая грамотность как основа личной экономической безопасности

Рациональность и механизм принятия решений. Бюджет и финансовое планирование: доходы, расходы, активы и пассивы, финансовое планирование: сбережения, кредиты и займы. Расчеты и финансовое мошенничество. Фондовые и валютные рынки: их привлекательность и опасность. Страхование и снижение рисков.

14. Государственная политика РФ в сфере обеспечения безопасности, гражданской обороны и защиты населения и объектов экономики в условиях чрезвычайных ситуаций

Основные принципы обеспечения БЖД населения. Оценки рисков, основные концепции, пути, задачи и методы управления безопасностью. Алгоритмы обеспечения личной безопасности и алгоритм общей схемы действий государственных систем безопасности. Критерии, определяющие уровень безопасности.

Чрезвычайные ситуации: фазы развития, поражающие факторы источников чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и военного характера и их характеристики. Классификация стихийных бедствий и природных катастроф. Природные и техногенные ЧС в России. ЧС военного времени.

Законодательная основа обеспечения БЖД населения. Организационная основа обеспечения БЖД населения. Обеспечение технологической безопасности и охраны труда, гражданской обороны и защиты населения и объектов экономики в условиях чрезвычайных ситуаций. Основы организации и основные методы и способы защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий и ЧС военного характера. Сигналы оповещения. Защитные сооружения и их классификация. Организация эвакуации населения и персонала из зон чрезвычайных ситуаций. Мероприятия медицинской защиты. Средства индивидуальной защиты и порядок их использования. Государственные структуры и программы в области обеспечения безопасности и социально-экономического развития России.

15. Государственная политика РФ в сфере противодействия экстремизму и терроризму

Терроризм как политическое, как социально-экономическое явление, как инструмент достижения определённых политических и экономических целей и террористический акт как конкретное преступление. Исторические, идеологические и организационные аспекты

возникновения и развития терроризма как серьёзнейшей угрозы современной цивилизации, экстремизм и терроризм. Социальные, экономические, политические и идеологические черты и особенности современного терроризма.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Биологические макромолекулы и их функции

Цель дисциплины:

- сформировать общие представления о человеке как о части природы, о единстве и самоценности всего живого и невозможности выживания человечества без сохранения биосферы, а также обучить грамотному восприятию практических проблем, связанных с биологией, в том числе – здоровья человека, охраны природы, преодоления экологического кризиса, привить навыки экологической культуры.

Задачи дисциплины:

- изучить фундаментальные свойства живых систем (самообновление, саморегуляция, самовоспроизводство) и атрибуты жизни: обмен веществ и энергии, раздражимость, гомеостаз, размножение, наследственность и изменчивость;

- ознакомиться с уровнями организации живого и проявлением фундаментальных свойств живого на основных эволюционно-обусловленных уровнях организации: молекулярно-генетическом, клеточном, онтогенетическом, популяционно-видовом, биогеоэкологическом, биосферном. Изучить строение и принципы функционирования структурных компонентов элементарной единицы живого – клетки. Ознакомиться с основными метаболическими процессами, протекающими в клетке;

- ознакомиться с видами размножения в живых системах. Изучить особенности полового размножения, формирование половых клеток, оплодотворение, видов и особенностей индивидуального развития;

- изучить молекулярный уровень организации живого: структуру и функции главных биополимеров (белки, жиры, углеводы, нуклеотиды). Ознакомиться с молекулярным механизмом наследственности и изменчивости живых организмов. Изучить основы пластического и энергетического обмена. Изучить основные генетические законы: законы Менделя, неменделевское расщепление, генетика пола. Уметь связать законы генетики с хромосомной теорией и с молекулярными основами наследственности;

- ознакомиться с закономерностями и механизмами жизнедеятельности человека на эволюционно обусловленных уровнях его организации. Изучить принципы функционирования различных систем организма человека: опорно-двигательной, кровеносной, дыхательной, пищеварительной, эндокринной, нервной. Изучить принципы регуляции функций организма.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные законы биологии и общей экологии;
- сущность жизни, уровни и принципы биологической организации;
- главнейшие понятия, закономерности и законы, касающиеся строения, жизни и развития растительного, животного и человеческого организмов, развития живой природы;
- особенности человека, как биологического вида, особенности физиологии, соматическое, психическое и социальное начала в природе человека, факторы здоровья и экологического риска, место человека в эволюции Земли;
- основы экологии (экология особей, популяций, сообществ, учение о биосфере, взаимодействие природы и общества, экологические проблемы современности);
- основные биологические понятия и термины;
- основы строения и жизнедеятельности человека;
- основы общей и органической химии;
- предмет, цель, задачи дисциплины и ее значение для будущей профессиональной деятельности;
- структуру и функции белков, углеводов, жиров и нуклеиновых кислот;
- основные этапы энергетики клетки;
- строение биологических мембран; механизмы транспорта веществ через мембраны;
- строение и функции органелл клетки;
- классификацию клеток в зависимости от их специализации;
- закономерности структурно-функциональных взаимосвязей в клетках;
- виды межклеточных контактов, структуру и функции синапса;
- принцип и этапы передачи наследственной информации в поколениях организмов;
- этапы биосинтеза белка на рибосомах, регуляция этих этапов;
- понятие о гомеостазе;
- основные принципиальные подходы к регуляции деятельности клетки;
- механизм бесполого размножения; сущность митоза;
- сущность полового размножения, гаметогенеза, мейоза;
- этапы индивидуального развития организма;
- происхождение специализированных частей тела из зародышевых листков;
- закономерности регенерации;
- отличительные особенности тканей животного организма;

- закономерности взаимосвязи организма и среды с позиции адекватной и неадекватной реакции организма, адекватных и неадекватных условий среды;
- основные понятия генетики и селекции: доминантность и рецессивность; хромосомные основы расщепления и независимого перераспределения генов; молекулярные механизмы и генетический контроль рекомбинации; взаимодействие генов;
- основы генетики пола; наследственность, сцепленная с полом;
- биологические основы наследственных болезней человека;
- социальные аспекты биологии человека;
- основные положения экологии человека.

уметь:

- грамотно воспринимать теоретические и практические проблемы, связанные с биологией и экологией, в том числе — здоровья человека, охраны природы, преодоления экологического кризиса;
- использовать полученные знания на практике;
- отстаивать свою точку зрения;
- оценивать последствия своей деятельности по отношению к окружающей среде и собственному здоровью;
- использовать знания строения и функций биомолекул клетки для понимания физиологических и патологических процессов, протекающих в клетке;
- охарактеризовать органоиды клетки и их роль в осуществлении жизнедеятельности клетки для поддержания оптимальной регуляции функций клетки;
- на основе знания этапов синтеза белка и факторов, обуславливающих его, уметь регулировать механизмы долгосрочной адаптации клетки; решать задачи по молекулярной биологии;
- объяснить закономерности структурно-функциональных взаимосвязей в клетках и уметь пользоваться этими знаниями для вмешательства в процесс повреждения клетки;
- пользоваться понятиями гомеостаза, адаптации в применении к конкретным жизненным ситуациям;
- определять пути регуляции деятельности клетки и управлять этой деятельностью;
- установить принципиальные различия между митозом и мейозом для понимания роли этих процессов в эволюции;
- использовать знания закономерностей наследования, установленные Г.Менделем, для решения генетических задач;
- самостоятельно работать с литературой по биологии, а также с учебной, учебно-методической и справочной литературой по медико-биологическим предметам;

- решать ситуационные задачи и тестовые задания для формирования эвристического мышления;
- оценивать общебиологические закономерности жизнедеятельности организма человека;
- обобщать и осмысливать данные различных медицинских, фармацевтических наук и общебиологических позиций для того, чтобы в дальнейшем решать биологические проблемы методами анализа.

владеть:

- методами решения экологических проблем;
- навыками работы с литературными источниками;
- представлять результаты собственной деятельности с использованием современных средств, ориентируясь на потребности аудитории, в том числе в форме отчетов, презентаций, докладов;
- способностью проведения экспериментальных исследований, выполнения проектов и заданий по тематике разрабатываемой научной проблемы;
- биологической терминологией;
- пониманием закономерностей жизнедеятельности организма человека, связывать функции органов и систем органов организма с физиологическими процессами, протекающими в них.

Темы и разделы курса:

1. Биологические макромолекулы и их характеристика.

Биологические макромолекулы и их характеристика. Белки, нуклеиновые кислоты, углеводы, их роль в функционировании живых организмов. Аминокислоты как мономеры белков и пептидов, их структура и характеристика, разделение на группы. Стереохимия аминокислот.

2. Аминокислоты, расположенные внутри белка и на его поверхности.

Аминокислоты, расположенные внутри белка и на его поверхности. Ароматические аминокислоты и их спектральные свойства. Водородные связи между отдельными аминокислотами. Аминокислоты как цвиттерионы, понятие рК для карбоксильных, амидных групп аминокислот и их радикалов. Влияние микроокружения на значение рК диссоциирующих групп аминокислот. Определение изоэлектрической точки различных аминокислот. Буферные растворы их свойства и использование при исследовании биологических макромолекул.

3. Строение белков и пептидов. Структура и свойства пептидной связи.

Строение белков и пептидов. Структура и свойства пептидной связи. Первичная и вторичная структура белков и пептидов (альфа-спирали и бета-складки). Карты Рамачандрана и их связь с конформационными параметрами полипептидной цепи. Методы, используемые для определения первичной структуры пептидов и белков, фрагментация

полипептидной цепи. Определение N-концевых аминокислотных остатков (методы Сэнгера и Эдмана). Масс-спектрометрия белков.

4. Третичная и четвертичная структура белков. Понятие домен и субъединица. Методы, используемые для установления третичной структуры белков (рентгеноструктурный анализ).

Третичная и четвертичная структура белков. Понятие домен и субъединица. Методы, используемые для установления третичной структуры белков (рентгеноструктурный анализ). Сравнение третичной структуры различных белков. Денатурация и ренатурация белков. Методы исследования четвертичной структуры белков. Изменение связывающих свойств белков при изменении их структуры (сравнение свойств и структуры миоглобина и гемоглобина).

5. Различия в пространственной структуре пептидов и белков.

Третичная и четвертичная структура белков. Понятие домен и субъединица. Методы, используемые для установления третичной структуры белков (рентгеноструктурный анализ). Сравнение третичной структуры различных белков. Денатурация и ренатурация белков. Методы исследования четвертичной структуры белков. Изменение связывающих свойств белков при изменении их структуры (сравнение свойств и структуры миоглобина и гемоглобина).

6. Ферменты как катализаторы, их особенности по сравнению с химическими катализаторами.

Ферменты как катализаторы, их особенности по сравнению с химическими катализаторами. Конформационная мобильность белков и катализ. Активный центр фермента. Энергия активации химической реакции и влияние катализатора на этот параметр. Кинетика Михаэлиса-Ментен, уравнение Михаэлиса, определение K_m и числа оборотов.

7. Классификация ферментов.

Типы ферментативного катализа (кислотно-основной, ковалентный, катализ с использованием ионов металлов). Классификация ферментов. Гидролиз пептидной связи на примере сериновой протеазы химотрипсина. Ингибиторы и активаторы ферментативных реакций, конкурентное неконкурентное и бесконкурентное ингибирование. Ингибиторы-самоубийцы.

8. Функции белков и пептидов.

Функции белков и пептидов. Регуляторные пептиды на примере вазопрессина и окситоцина. Нейропептиды. Калликреин и брадикинин. Глутатион и его роль в регуляции окислительно-восстановительного баланса клетки. Белковые рецепторы пептидов, их структура. Пептидные токсины, белки в составе ядов, их использовании в биохимических и физиологических исследованиях.

9. Липиды, определение, структура, функции.

Липиды, определение, структура, функции. Строение биологических мембран. Липидные монослои, мембранные бислои, мицеллы и липосомы. Способы получения липосом различных размеров как наночастиц, их модификация для предотвращения метаболизации. Вращательная, латеральная диффузия мембранных липидов. Флип-флоп переходы, их

функциональная роль в создании различных по составу монослоев. Флиппазы как ферменты, обеспечивающие различную структуру монослоев мембраны.

10. Особенности строения мембранных белков.

Особенности строения мембранных белков. Транспортные белки, мембранные транспортеры на примере ионных каналов и АТФаз. Симпортеры и антипортеры. Структурные белки, двигательные белки, запасные белки. Белки иммунной системы, структура антител, моноклональные антитела. Использование антител в направленной терапии различных заболеваний. Взаимосвязь между структурой белков и пептидов и их функцией.

11. Методы, используемые для выделения белков и пептидов в очищенном виде.

Методы, используемые для выделения белков и пептидов в очищенном виде. Хроматография на бумаге, хроматография в тонком слое, ионообменная хроматография, аффинная хроматография. Аналитические методы, используемые для изучения белков: изоэлектрофокусирование, электрофорез в полиакриламидном геле в присутствии додецилсульфата натрия, нативный электрофорез. Двумерный электрофорез и его использование в протеомике.

12. Разделение белковых фракций методом центрифугирования, характеристика мембранных фракций методами микроскопии, путем определения мембранных маркеров.

Разделение белковых фракций методом центрифугирования, характеристика мембранных фракций методами микроскопии, путем определения мембранных маркеров. Холестерин как маркер плазматической мембраны клеток животных, мембранные рафты их структура и функции. Седиментация как метод изучения макромолекул. Методы седиментационного анализа белков и белковых частиц и комплексов белков с углеводами и нуклеиновыми кислотами.

13. Углеводы, их определение, структура мономерных сахаров, стереоизомерия.

Углеводы, их определение, структура мономерных сахаров, стереоизомерия. Кетозы и альдозы, простые углеводы, содержащие 3-7 атомов углерода, их функции. Циклические формы сахаров, их изомеры. Производные моносахаров. Полимерные углеводы. Структура крахмала, гликогена, целлюлозы, хитина. Гликопротеины и протеогликаны.

14. Основные различия в структуре мономеров ДНК и РНК, различия в структуре этих молекул как полимеров.

Нуклеиновые кислоты как биополимерные молекулы. Основные различия в структуре мономеров ДНК и РНК, различия в структуре этих молекул как полимеров. Азотистые основания в структуре РНК и ДНК. Связи между мононуклеотидами, обеспечивающие создание полимерной молекулы. Векторность цепей ДНК. Минорные азотистые основания. Структура РНК.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Биология

Цель дисциплины:

- сформировать общие представления о человеке как о части природы, о единстве и самоценности всего живого и невозможности выживания человечества без сохранения биосферы, а также обучить грамотному восприятию практических проблем, связанных с биологией, в том числе – здоровья человека, охраны природы, преодоления экологического кризиса, привить навыки экологической культуры.

Задачи дисциплины:

- изучить фундаментальные свойства живых систем (самообновление, саморегуляция, самовоспроизводство) и атрибуты жизни: обмен веществ и энергии, раздражимость, гомеостаз, размножение, наследственность и изменчивость;

- ознакомиться с уровнями организации живого и проявлением фундаментальных свойств живого на основных эволюционно-обусловленных уровнях организации: молекулярно-генетическом, клеточном, онтогенетическом, популяционно-видовом, биогеоэкологическом, биосферном. Изучить строение и принципы функционирования структурных компонентов элементарной единицы живого – клетки. Ознакомиться с основными метаболическими процессами, протекающими в клетке;

- ознакомиться с видами размножения в живых системах. Изучить особенности полового размножения, формирование половых клеток, оплодотворение, видов и особенностей индивидуального развития;

- изучить молекулярный уровень организации живого: структуру и функции главных биополимеров (белки, жиры, углеводы, нуклеотиды). Ознакомиться с молекулярным механизмом наследственности и изменчивости живых организмов. Изучить основы пластического и энергетического обмена. Изучить основные генетические законы: законы Менделя, неменделевское расщепление, генетика пола. Уметь связать законы генетики с хромосомной теорией и с молекулярными основами наследственности;

- ознакомиться с закономерностями и механизмами жизнедеятельности человека на эволюционно обусловленных уровнях его организации. Изучить принципы функционирования различных систем организма человека: опорно-двигательной, кровеносной, дыхательной, пищеварительной, эндокринной, нервной. Изучить принципы регуляции функций организма.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные законы биологии и общей экологии;
- сущность жизни, уровни и принципы биологической организации;
- главные понятия, закономерности и законы, касающиеся строения, жизни и развития растительного, животного и человеческого организмов, развития живой природы;
- особенности человека, как биологического вида, особенности физиологии, соматическое, психическое и социальное начала в природе человека, факторы здоровья и экологического риска, место человека в эволюции Земли;
- основы экологии (экология особей, популяций, сообществ, учение о биосфере, взаимодействие природы и общества, экологические проблемы современности);
- основные биологические понятия и термины;
- основы строения и жизнедеятельности человека;
- основы общей и органической химии;
- предмет, цель, задачи дисциплины и ее значение для будущей профессиональной деятельности;
- структуру и функции белков, углеводов, жиров и нуклеиновых кислот;
- основные этапы энергетики клетки;
- строение биологических мембран; механизмы транспорта веществ через мембраны;
- строение и функции органелл клетки;
- классификацию клеток в зависимости от их специализации;
- закономерности структурно-функциональных взаимосвязей в клетках;
- виды межклеточных контактов, структуру и функции синапса;
- принцип и этапы передачи наследственной информации в поколениях организмов;
- этапы биосинтеза белка на рибосомах, регуляция этих этапов;
- понятие о гомеостазе;
- основные принципиальные подходы к регуляции деятельности клетки;
- механизм бесполого размножения; сущность митоза;
- сущность полового размножения, гаметогенеза, мейоза;
- этапы индивидуального развития организма;
- происхождение специализированных частей тела из зародышевых листков;
- закономерности регенерации;
- отличительные особенности тканей животного организма;

- закономерности взаимосвязи организма и среды с позиции адекватной и неадекватной реакции организма, адекватных и неадекватных условий среды;
- основные понятия генетики и селекции: доминантность и рецессивность; хромосомные основы расщепления и независимого перераспределения генов; молекулярные механизмы и генетический контроль рекомбинации; взаимодействие генов;
- основы генетики пола; наследственность, сцепленная с полом;
- биологические основы наследственных болезней человека;
- социальные аспекты биологии человека;
- основные положения экологии человека.

уметь:

- грамотно воспринимать теоретические и практические проблемы, связанные с биологией и экологией, в том числе — здоровья человека, охраны природы, преодоления экологического кризиса;
- использовать полученные знания на практике;
- отстаивать свою точку зрения;
- оценивать последствия своей деятельности по отношению к окружающей среде и собственному здоровью;
- использовать знания строения и функций биомолекул клетки для понимания физиологических и патологических процессов, протекающих в клетке;
- охарактеризовать органоиды клетки и их роль в осуществлении жизнедеятельности клетки для поддержания оптимальной регуляции функций клетки;
- на основе знания этапов синтеза белка и факторов, обуславливающих его, уметь регулировать механизмы долгосрочной адаптации клетки; решать задачи по молекулярной биологии;
- объяснить закономерности структурно-функциональных взаимосвязей в клетках и уметь пользоваться этими знаниями для вмешательства в процесс повреждения клетки;
- пользоваться понятиями гомеостаза, адаптации в применении к конкретным жизненным ситуациям;
- определять пути регуляции деятельности клетки и управлять этой деятельностью;
- установить принципиальные различия между митозом и мейозом для понимания роли этих процессов в эволюции;
- использовать знания закономерностей наследования, установленные Г.Менделем, для решения генетических задач;
- самостоятельно работать с литературой по биологии, а также с учебной, учебно-методической и справочной литературой по медико-биологическим предметам;

- решать ситуационные задачи и тестовые задания для формирования эвристического мышления;
- оценивать общебиологические закономерности жизнедеятельности организма человека;
- обобщать и осмысливать данные различных медицинских, фармацевтических наук и общебиологических позиций для того, чтобы в дальнейшем решать биологические проблемы методами анализа.

владеть:

- методами решения экологических проблем;
- навыками работы с литературными источниками;
- представлять результаты собственной деятельности с использованием современных средств, ориентируясь на потребности аудитории, в том числе в форме отчетов, презентаций, докладов;
- способностью проведения экспериментальных исследований, выполнения проектов и заданий по тематике разрабатываемой научной проблемы;
- биологической терминологией;
- пониманием закономерностей жизнедеятельности организма человека, связывать функции органов и систем органов организма с физиологическими процессами, протекающими в них.

Темы и разделы курса:

1. Введение в общую экологию.

Экология как научно-практическое направление: определение, разделы, основные понятия.

Биогеоценоз (экосистема) как экологическая ячейка: определение, общая характеристика и динамика (эволюция). Введение в экологию человека.

2. Обмен веществ и энергии в клетке. Основы энергетического обмена.

Общая характеристика обмена веществ. Ассимиляция, диссимиляция. Фото- и хемосинтез. Особенности метаболизма аэробов и анаэробов. Стадии энергетического обмена в клетке. Виды брожения. Гликолиз. Энергетическая эффективность процессов брожения. Митохондрии. Связь структуры и функции. Клеточное дыхание.

3. Паразитические животные – возбудители болезней человека.

Основы паразитологии. Живой организм как среда обитания паразитов. Особенности биологии разных групп паразитов. Паразитизм как форма биотических связей.

4. Введение в курс биологии.

Введение. Предмет и задачи общей биологии. Сущность жизни. Свойства живых систем. Уровни организации жизни. Особенности строения про- и эукариотических клеток. Особенности строения вирусов. Классификация клеток в зависимости от их специализации.

5. Внутренняя среда. Основы иммунитета.

Внутренняя среда человека: понятие, компоненты, свойства. Принципы поддержания постоянства внутренней среды. Кровь, лимфа и межклеточная жидкость – компоненты внутренней среды организма человека. Взаимосвязь циркулирующих жидкостей внутренней среды. Гомеостаз и гомеокинез. Барьерные функции организма. Гистогематические барьеры; их строение и функции. Иммунитет как состояние организма (специфический и неспецифический, клеточный и гуморальный). Защитные функции крови. Гемостаз. Иммунофизиология человека. Органы иммунной системы. Иммунные процессы. Группы крови. Нейрогуморальная регуляция иммунитета.

6. Выделительная и половая системы.

Функциональная система поддержания осмотического давления плазмы крови. Водно-солевой баланс. Экскреция. Строение органов мочеобразования и выведения мочи. Процессы образования мочи, их регуляция. Оценка деятельности почек. Образование и выделение пота. Функциональная система поддержания осмотического давления плазмы крови. Строение половой системы, половое поведение человека. Онтогенез человека: морфо-функциональные критерии периодизации. Репродуктивная функция человека - особенности у мужчин и женщин. Менструальный цикл. Овуляция. Оплодотворение. Физиологические основы контрацепции.

7. Деление клеток.

Амитоз. Митоз. Мейоз. Основные способы деления ядра (митоз, мейоз, амитоз, эндомитоз). Индивидуальное развитие организма.

8. Обмен веществ и энергии в клетке. Основы пластического обмена: фотосинтез.

Автотрофные и гетеротрофные клетки. Особенности обмена веществ и энергии в растительной клетке. Хлоропласты. Связь структуры и функции. Фотосинтез: световая и темновая фазы (С3-, С4-, САМ – типы фотосинтеза). Хемосинтез на примере бактерий. Взаимосвязь процессов энергетического и пластического обменов в клетке. Аэробное и анаэробное клеточное дыхание.

9. Онтогенез.

Периоды онтогенеза: эмбриональный, постэмбриональный период. Происхождение специализированных частей тела из зародышевых листков. Особенности детского, взрослого и старческого организмов, предопределяющие тактику применения лекарств.

10. Основы генетики человека. Наследственные заболевания.

Хромосомное определение пола. Наследование, сцепленное с полом. Наследственные болезни человека.

11. Основы генетики. Наследственная изменчивость.

Основные понятия генетики. Законы Г. Менделя. Анализирующее скрещивание. Неполное доминирование. Сцепленное наследование генов. Хромосомная теория наследственности.

12. Основы эволюционного учения.

Теории возникновения жизни на Земле. Биохимическая теория эволюции. Гипотезы происхождения эукариотической клетки. Гипотезы происхождения многоклеточных организмов. Закономерности взаимосвязи организма и среды с позиции адекватной и неадекватной реакции организма.

13. Основы эндокринологии.

Гуморальная регуляция процессов жизнедеятельности. Классификация биологически активных веществ. Гормональная регуляция физиологических функций. Классификация и метаболизм гормонов, клеточные и системные механизмы их действия. Железы внутренней секреции. Внежелезистые гормонпродуцирующие клетки. Понятие о железах внешней, внутренней и смешанной секреции. Гормональная регуляция физиологических функций. Механизмы действия и регуляция выделения гормонов

14. Пищеварительная система.

Пищеварение человека. Строение органов пищеварительного тракта. Основы этапы пищеварения. Нервная и гуморальная регуляция пищеварения. Теории возникновения чувства голода. Голод и насыщение. Моторная функция желудочно-кишечного тракта (ЖКТ). Секреция ферментов. Преобразование пищевых веществ в ЖКТ. Секреция и всасывание в пищеварительном тракте. Регуляция пищеварения. Функциональная система поддержания оптимального уровня питательных веществ.

15. Понятие о медиаторах и модуляторах. Виды медиаторов, рецепторы к ним, их эффекты. Нарушения функционирования медиаторных систем.

Медиаторы, модуляторы и рецепторы нервной системы. Виды медиаторов, рецепторы к ним, их эффекты. Нарушения функционирования медиаторных систем.

16. Проведение возбуждения по нервным волокнам. Типы синапсов. Проводящие межклеточные контакты.

Потенциал действия. Проведение возбуждения по нервному волокну и нервному стволу. Особенности физиологических свойств и функционирования возбудимых клеток. Синаптическая передача возбуждения. Проводящие межклеточные контакты. Клеточные механизмы торможения. Поддержание потенциала покоя. Процесс возбуждения. Потенциал действия.

17. Размножение организмов.

Размножение живых организмов. Типы размножения. Клеточный цикл. Особенности полового и бесполого размножения.

18. Регуляция соматических функций человека. Нервная регуляция вегетативных функций человека.

Принципы работы центральной нервной системы. Автономная (вегетативная) нервная система (АНС). Симпатический, парасимпатический, метасимпатический отделы АНС.

19. Сердечно - сосудистая система. Основы гемодинамики.

Сердце человека: строение, основы функциональной активности, регуляция работы. Свойства сердечной мышцы. Сердечный цикл. Методы исследования сердца. Понятие об ЭКГ. Кровеносные сосуды человека: морфологический и функциональный принципы классификации, строение, функции. Тонус кровеносных сосудов: понятие, нервные и гуморальные механизмы регуляции. Особенности кровотока в разных органах человека. Гемодинамика человека. Процессы микроциркуляции. Методы исследования кровообращения

20. Строение и химия клетки.

История создания и основные положения клеточной теории. Сравнительная характеристика различных типов клеток. Строение и функции органелл. Роль органических и неорганических веществ в клетке. Понятие о гомеостазе Структура и функции белков, углеводов, жиров, нуклеиновых кислот.

21. Строение и функционирование нервной системы.

Строение нервной системы. Нервная регуляция физиологических процессов и функций. Нейрон как структурная и функциональная единица нервной системы. Нейроны и глиальные клетки. Центральный и периферический отделы нервной системы. Функциональные системы организма. Медиаторы и рецепторы нервной системы. Регуляция соматических функций человека. Нервная регуляция вегетативных функций человека. Строение и принципы работы автономной (вегетативной) нервной системы.

22. Строение ядра.

Структура ДНК. Хроматин. Синтез белка. Принцип и этапы передачи наследственной информации в поколениях организмов. Реализация наследственной информации. Свойства генетического кода. Основные этапы биосинтеза белка.

23. Структурные компоненты клеток и их функции.

Особенности строения клеток растений, животных, грибов. Транспорта веществ через мембраны. Виды межклеточных контактов.

24. Ткани человека. Электрофизиология: природа потенциала покоя, потенциала действия.

Морфологические основы жизнедеятельности человека. Классификация структур организма. Уровни структурной организации организма человека. Строение и основные функции клеток и тканей. Базисные физиологические процессы клеток. Особенности физиологических свойств возбудимых клеток. Межклеточные контакты. Ткани и органы. Секреция клеток.

25. Физиология скелетных мышц.

Мышечные ткани. Механизм мышечного сокращения. Физиологические особенности скелетных и гладких мышц.

26. Человек и биосфера.

Учение о биосфере: определение и основные концепции биосферы; основные понятия; структура и функции биосферы. Ноосфера или социотехносфера, окружающая среда человека.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Биофизика

Цель дисциплины:

- освоение студентами основ биофизики – науки о наиболее простых и фундаментальных взаимодействиях, лежащих в основе биологических процессов.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых понятий об особенностях строения и условиях функционирования биологических молекул;
- обучение студентов принципам построения теоретических моделей при изучении механизмов биологических процессов, изучение принципов регуляции биологических процессов на различном уровне организации (молекулярном, клеточном, популяционном);
- ознакомление с современными экспериментальными подходами и методиками биофизических исследований.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- новейшие открытия и достижения биологии, физики, химии, математики;
- о взаимосвязях и фундаментальном единстве естественных наук;
- принципы организации биологических систем и регуляции биологических процессов;
- знать основные физико-химические основы функционирования биологических систем всех уровней организации;
- особенности постановки проблем теоретического и экспериментального исследования фундаментальных биологических процессов и явлений методами биофизики;
- возможности и границы безопасности применения результатов фундаментальных биофизических исследований в приложениях (биотехнологиях).

уметь:

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- работать на современном экспериментальном оборудовании;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
- планировать оптимальное проведение эксперимента.

владеть:

- планированием, постановкой и обработкой результатов биофизического эксперимента;
- научной картиной мира;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории на современном экспериментальном оборудовании;
- математическим моделированием задач биофизики.

Темы и разделы курса:

1. Биофизика фотобиологических процессов.

Взаимодействие квантов с молекулами. Эволюция волнового пакета и результаты фемтосекундной спектроскопии. Первичные фотохимические реакции.

Основные стадии фотобиологического процесса. Механизмы фотобиологических и фотохимических стадий. Кинетика фотобиологических процессов.

Проблемы разделения зарядов и переноса электрона в первичном фотобиологическом процессе. Роль электронно-конформационных взаимодействий.

Структурная организация и функционирование фотосинтетических мембран. Фотосинтетическая единица. Два типа пигментных систем и две световые реакции. Организация и функционирование фотореакционных центров. Проблемы первичного акта фотосинтеза. Электронно-конформационные взаимодействия. Фотоинформационный переход.

Кинетика и физические механизмы переноса электрона в электрон-транспортных цепях при фотосинтезе. Механизмы сопряжения окислительно-восстановительных реакций с трансмембранным переносом протона. Механизмы фотоингибирования.

Особенности и механизмы фотоэнергетических реакций бакте-риородопсина и зрительного пигмента родопсина.

Основные типы фоторегуляторных реакций растительных и микробных организмов: фотоморфогенез, фототропизм, фототаксис, фотоиндуцированный каротиногенез. Спектры действия, природа фоторецепторных систем, механизмы первичных фотореакций.

Фитохром – универсальная фоторецепторная система регуляции метаболизма растений. Молекулярные свойства и спектральные характеристики фитохрома. Механизм обратимой фотоконверсии двух форм фитохрома. Понятие о фотохромных молекулах и фотохромном механизме фотоактивации ферментов.

Фотохимические реакции в белках, липидах и нуклеиновых кислотах. ДНК как основная внутриклеточная мишень при летальном и мутагенном действии ультрафиолетового света. Фотосенсибилизированные и двухквантовые реакции при повреждении ДНК. Механизмы фотодинамических процессов. Защита ДНК некоторыми химическими соединениями.

Эффекты фоторепарации и фотозащиты. Ферментативный характер и молекулярный механизм фотореактивации. Роль фотоиндуцированного синтеза биологически активных соединений в процессе фотозащиты. Механизм фотосинергетических реакций при комбинированном действии разных длин волн ультрафиолетового света.

2. Молекулярная биофизика.

Макромолекула как основа организации биоструктур. Пространственная конфигурация биополимеров. Статистический характер конформации биополимеров.

Условия стабильности конфигурации макромолекул. Фазовые переходы. Переходы глобула-клубок. Кооперативные свойства макромолекул. Типы объемных взаимодействий в белковых макромолекулах. Водородные связи: силы Ван-дер-Ваальса; электростатические взаимодействия; поворотная изомерия и энергия внутреннего вращения. Расчет общей конформации энергии биополимеров.

Факторы стабилизации макромолекул, надмолекулярных структур и биомембран.

Взаимодействие макромолекул с растворителем. Состояние воды и гидрофобные взаимодействия в биоструктурах. Переходы спираль-клубок.

Особенности пространственной организации белков и нуклеиновых кислот. Модели фибриллярных и глобулярных белков, Количественная структурная теория белка.

Структурные и энергетические факторы, определяющие динамическую подвижность белков. Гиперповерхности уровней конформационной энергии.

Динамическая структура олигопептидов и глобулярных белков; конформационная подвижность. Методы изучения конформационной подвижности: изотопный обмен, люминесцентные методы, ЭПР, гамма-резонансная спектроскопия, ЯМР высокого разрешения, импульсные методы ЯМР, методы молекулярной динамики. Авто- и кросскорреляционные функции торсионных углов и межатомных расстояний. Карты уровней свободной энергии пептидов.

Результаты исследования конформационной подвижности. Ограниченная диффузия. Типы движения в белках. Иерархия амплитуд и времен релаксации конформационных движений. Связь характеристик конформационной подвижности белков с их функциональными свойствами. Динамика электронно-конформационных переходов. Роль воды в динамике белков. Роль конформационной подвижности в функционировании ферментов и транспортных белков.

Электронные уровни в биополимерах. Основные типы молекулярных орбиталей и электронных состояний, π -электроны, энергия делокализации. Схема Яблонского для сложных молекул. Принцип Франка - Кондона и законы флуоресценции. Люминесценция биологически важных молекул. Механизмы миграции энергии: резонансный механизм, синглет-синглетный и триплет-триплетный переносы, миграция экситона. Природа гиперхромного и гипохромного эффектов.

Возбужденные состояния и трансформация энергии в биоструктурах. Перенос электрона в биоструктурах. Различные физические модели переноса электрона. Туннельный эффект.

Туннелирование с участием виртуальных уровней. Электронно-конформационные взаимодействия и релаксационные процессы в биоструктурах.

Современные представления о механизмах ферментативного катализа. Электронно-конформационные взаимодействия в фермент-субстратном комплексе. Формула для константы скорости образования многоцентровой активной конфигурации.

3. Радиационная биофизика.

Общая физическая характеристика ионизирующих и неионизирующих излучений. Излучения как инструмент исследований структуры и свойств молекул. Гамма- и рентгеновские лучи. Рентгеноструктурный анализ, лучевая ультрамикрометрия, радиационно-химические методы. Ультрафиолетовое и видимое излучения. Спектроскопия в УФ и видимой области. Лазерная спектроскопия, исследования электронно-вращательных спектров, фотохимические методы исследования. Инфракрасное излучение, инфракрасная спектроскопия. Радиочастоты: СВЧ, УВЧ, ВЧ НЧ. Микроволновая спектроскопия, спектроскопия ЭПР, ЯМР, диэлектрическая спектроскопия, методы электропроводности.

Использование различных видов излучений в медицине, технике и сельском хозяйстве.

Специфика первичных (физических) механизмов действия различных видов излучений на молекулы. Поглощение и размен энергии. Конечный биологический эффект при действии ионизирующих и неионизирующих излучений на биологические объекты и системы.

Первичные и начальные биологические процессы поглощения энергии ионизирующих излучений. Механизмы поглощения рентгеновских и гамма-излучений, нейтронов, заряженных частиц. Экспозиционные и поглощенные дозы излучений. Единицы активности радионуклеотидов. Единицы доз ионизирующих излучений. Фактор изменения дозы облучения. Зависимость относительной биологической эффективности от линейных потерь энергии излучений. Индивидуальные и стационарные дозиметры.

Понятия "малые" и "большие" дозы радиации. Стохастические и статистические эффекты.

Инактивация молекул в результате прямого и непрямого действия ионизирующих излучений. Дозовые зависимости. Прямое действие радиации на ферменты, белки, нуклеиновые кислоты, липиды, углеводы. Первичные процессы, приводящие к инактивации макромолекул при прямом действии радиации. Первичные продукты

радиолиза и дальнейшая судьба облученных макромолекул. Радиочувствительность молекул. Радиолиз воды и липидов. Взаимодействие растворенных молекул с продуктами радиолиза растворителей. Эффект Дейла. Образование возбужденных молекул, ионов и радикалов. Количественная характеристика непрямого действия радиации в растворах. Роль модификаторов в радиолизе молекул.

Радиационная биофизика клетки. Количественные характеристики гибели облученных клеток. Репродуктивная и интерфазная гибель клеток. Апоптоз. Принцип попадания, концепция мишени. Эволюция этих понятий. Стохастические модели.

Основы микродозиметрии ионизирующих излучений. Первичные физико-химические процессы в облученной клетке. Анализ механизмов лучевого поражения клеток. Роль молекулярных механизмов репарации ДНК и репарационных ферментов в лучевом поражении клетки. Роль повреждения биологических мембран в радиационных нарушениях клетки. Окислительные процессы в липидах и антиокислительные системы, участвующие в первичных биофизических и последующих лучевых реакциях.

Восстановительные процессы при лучевом поражении клетки.

Модификация лучевого поражения клетки.

Радиационная биофизика сложных систем. Временные и дозовые эффекты радиации. Сравнительная радиочувствительность биологических объектов и систем. Действие малых доз и хронического облучения. Отдаленные последствия малых доз радиации на организм. Особенности действия внешнего и инкорпорированного, общего и локального, острого и хронического, однократного и многократного облучения.

4. Теоретическая биофизика.

Основные особенности кинетики биологических процессов. Описание динамики биологических процессов на языке химической кинетики. Математические модели. Задачи математического моделирования в биологии. Общие принципы построения математических моделей биологических систем. Понятие адекватности модели реальному объекту.

Динамические модели биологических процессов. Линейные и нелинейные процессы. Методы качественной теории дифференциальных уравнений в анализе динамических свойств биологических процессов. Понятие о фазовой плоскости и фазовом портрете системы.

Временная иерархия и принцип "узкого места" в биологических системах. Управляющие параметры. Быстрые и медленные переменные.

Способы математического описания пространственно неоднородных систем.

Стационарные состояния биологических систем. Множественность стационарных состояний. Устойчивость стационарных состояний.

Модели триггерного типа. Примеры. Силовое и параметрическое переключение триггера.

Гистерезисные явления. Колебательные процессы в биологии. Автоколебательные режимы. Предельные циклы и их устойчивость. Примеры.

Представления о пространственно-неоднородных стационарных состояниях (диссипативных структурах) и условиях их образования.

Кинетика ферментативных процессов. Особенности механизмов ферментативных реакций. Понятие о физике ферментативного катализа.

Кинетика простейших ферментативных реакций. Условия реализации стационарности. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Влияние модификаторов на кинетику ферментативных реакций.

Применение метода графов для исследования стационарной кинетики ферментативных реакций. Общие принципы анализа более сложных ферментативных реакций.

Классификация термодинамических систем. Первый и второй законы термодинамики в биологии. Теплоемкость и сжимаемость белковых глобул. Расчеты энергетических эффектов реакций в биологических системах. Характеристические функции и их использование в анализе биологических процессов.

Изменение энтропии в открытых системах. Постулат Пригожина. Термодинамические условия осуществления стационарного состояния. Связь между величинами химического сродства и скоростями реакций. Термодинамическое сопряжение реакций и тепловые эффекты в биологических системах.

Понятие обобщенных сил и потоков. Линейные соотношения и соотношения взаимности Онзагера. Термодинамика транспортных процессов. Стационарное состояние и условия минимума скорости прироста энтропии. Теорема Пригожина.

Применение линейной термодинамики в биологии. Термодинамические характеристики молекулярно-энергетических процессов в биосистемах. Нелинейная термодинамика.

Общие критерии устойчивости стационарных состояний и перехода к ним вблизи и вдали от равновесия.

Связь энтропии и информации в биологических системах.

Влияние температуры на скорость реакций в биологических системах. Взаимосвязь кинетических и термодинамических параметров. Роль конформационных свойств биополимеров.

5. Экологическая биофизика.

Адаптация, устойчивость и надежность биологических систем разного уровня организации: клеток, организмов, популяций. Разнообразие ответных реакций индивидуумов в клеточных ансамблях и популяциях. Динамика энерго-массо обмена. Прогнозирование динамики численности популяции.

Классификация воздействий. Слабые (фоновые) воздействия. Космические и периодические воздействия. Естественный радиационный фон и уровень радона в среде. Проблема озоновой дыры. ЭМ-излучения космических и земных источников. Магнитные поля Солнца, звезд, галактик и других объектов Вселенной. Циклы Солнечной активности, их влияние на Землю. Свет и биоритмы. Биологические часы.

Действие оптического излучения. Фотосинтез в море. Причины лимитирования первичной продукции. Фотоингибирование и фотодеструкция. Фоторегуляция роста растения. Оптические свойства листьев высших растений и спектральные методы оценки функционального состояния фотосинтетического аппарата.

Действие УФ-излучения. Молекулярные механизмы фотоповреждения ДНК при действии УФ излучения экологического диапазона. Клеточные системы репарации ДНК. Фотоповреждение и фотореактивация микроорганизмов. Комбинированное действие излучения разных длин волн на клетку. Ферментативная реактивация. Молекулярные механизмы действия фотолиазы.

Окислительный стресс. Молекулярные механизмы повреждающего действия кислорода. Пути световой и темновой активации молекулярного кислорода. Ферментативные и неферментативные реакции. Роль свободно-радикальных реакций и синглетного кислорода. Методы изучения окислительных деструктивных процессов в биологических системах. Природные фотосенсибилизаторы фотодеструктивных процессов. Повреждения растений при действии гербицидов, загрязнителей атмосферы, токсических веществ, заболеваниях. Фагоцитоз и сверхчувствительность в связи с иммунитетом животных и растительных организмов. Старение растений, продукты деградации липидов и пигментов.

Молекулярные механизмы адаптации живых организмов к экстремальным факторам внешней среды (температурам, освещению, засолению, действию ксенобиотиков, гипоксии и гипероксии).

Оценка состояния среды обитания. Предельно допустимые концентрации и биотестирование. Методология биотестирования. Дистанционные методы. Практическое использование биотестирования для оценки качества среды.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Биохимия

Цель дисциплины:

- обучить студентов основам статической и динамической биохимии, дать им представление о механизмах регуляции метаболизма.

Задачи дисциплины:

- формирование общих представлений о структуре основных биологических микро- и макромолекул (аминокислот, мононуклеотидов, липидов, углеводов белков и нуклеиновых кислот), а также о функциях этих соединений;
- приобретение знаний о механизмах регуляции метаболических процессов;
- получение представлений об основных методах биохимических исследований;
- приобретение знаний об основах ферментативного катализа;
- формирование представлений о принципах передачи сигналов внутри клетки и организма;
- приобретение учащимися представлений об основных областях применения биохимических знаний.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- предмет биохимии и современные концепции этой науки;
- структурные особенности основных классов биологически важных соединений (аминокислоты, белки, мононуклеотиды, нуклеиновые кислоты, углеводы и липиды);
- функции основных биологических молекул;
- основы ферментативного катализа, преимущества ферментативного катализа по сравнению с химическим;
- структуру основных коферментов и их функции;
- основные способы запасания энергии в биологических системах;

- основные пути энергетического обмена: гликолиз, окислительное декарбоксилирование пирувата, бета-окисление жирных кислот, субстратное и окислительное фосфорилирование;
- основные пути анаболизма: синтез липидов, углеводов, белков и нуклеиновых кислот;
- связь между энергетическим обменом и анаболизмом;
- основные принципы регуляции метаболизма;
- основные пути передачи сигнала в клетке, взаимосвязь между сигнальными каскадами.

уметь:

- устанавливать связь между структурой биологических соединений, их физическими и химическими свойствами, а также функциями;
- использовать основные принципы, обуславливающие эффективность функционирования биоструктур для создания новых технологий;
- пользоваться подходами и методами биохимии для исследования биологических объектов.

владеть:

- подходами, используемыми в биохимических исследованиях;
- навыками планирования и ведения самостоятельной работы в научной библиотеке, лаборатории и интернете;
- методическими подходами, применяемыми для исследования основных классов биологических соединений, регуляции метаболических путей и функционирования сигнальных каскадов.

Темы и разделы курса:

1. Введение, связь биохимии с другими биологическими науками.

История развития биохимии, связь биохимии с энзимологией, молекулярной биологией, биоинженерией, биоинформатикой, протеомикой, медициной. Биотехнологии.

2. Взаимосвязь катаболизма и анаболизма.

Цикл трикарбоновых кислот (цикл Кребса). Отдельные реакции цикла, энергетический выход. Связь между процессами трансформации углеводов и липидов, их вхождение в цикл Кребса. Вхождение продуктов трансаминирования аминокислот в цикл Кребса. Судьба кетокислот, образующихся в процессе трансаминирования. Использование интермедиатов цикла Кребса в анаболических реакциях: синтез холестерина, гема.

3. Динамическая биохимия, основные принципы метаболизма.

Энергетический обмен, роль АТФ. Другие макроэргические соединения. Гликолиз, субстратное фосфорилирование. Включение гликогена в гликолиз. Пентозофосфатный

шунт и его функции. Окислительное декарбоксилирование пирувата. Бета-окисление жирных кислот. Окислительное фосфорилирование. Цепь переноса электронов митохондрий, отдельные компоненты цепи. Цитохромы. Сопряжение процессов окисления и переноса протонов через мембрану при работе дыхательной цепи. АТФ-синтетаза, механизм функционирования. Трансаминирование аминокислот. Судьба глутаминовой и аспарагиновой аминокислот. Цикл мочевины. Вхождение аминокислот в процесс энергетического обмена. Распад пуринов и пиримидинов. Основные продукты азотистого обмена. Пластический обмен. Реакции матричного синтеза. Репликация, ферменты, обеспечивающие процесс репликации. Механизм наращивания цепи ДНК, направление синтеза. Фрагменты Оказаки. Транскрипция. Промотор, регуляция синтеза белка на уровне транскрипции. Первичные транскрипты и их процессинг, альтернативный сплайсинг. Обратная транскрипция. Лактам-лактимная таутомерия и ее роль в возникновении мутаций. Мутагенез, понятие о прямых и непрямых химических мутагенах. Физические мутагенные воздействия. Трансляция: активация транспортных РНК, процесс образования пептидной связи. Сворачивание (фолдинг) белков. Посттрансляционная модификация белков. Фотосинтез. Реакции световой фазы: поглощение света пигментами. Фотосистемы I и II. Цепи переноса электронов в этих фотосистемах. Фотосистемы пурпурных и зеленых бактерий. Реакции темновой фазы фотосинтеза (цикл Кальвина). Глюконеогенез его связь с гликолизом. Синтез жирных кислот: сходство и различия в процессах синтеза и распада жирных кислот. Образование малонил-КоА. Наращивание углеводородной цепи. Структура комплекса, обеспечивающего синтез жирных кислот у *E. coli*. Образование глицеро-3-фосфата. Синтез фосфатидной кислоты. Синтез триацилглицеридов и глицерофосфолипидов. Роль ЦТФ в процессе синтеза фосфоглицеролипидов. Основные этапы синтеза холестерина. Синтез эйкозаноидов (простагландины и лейкотриены). Их роль в возникновении воспалительных процессов. Циклооксигеназа. Синтез пуринов и пиримидинов.

4. Принципы регуляции метаболических процессов.

Ингибиторы и активаторы ферментов. Аллостерическая регуляция ферментативной активности. Системы отрицательных и положительных обратных связей в метаболических путях. Изоферменты на примере гексо- и глюкокиназы, а также лактатдегидрогеназы. Механизм действия жирорастворимых гормонов как регуляторов транскрипции. Основные гормоны (адреналин, инсулин, глюкагон, стероидные гормоны: глюко-, минералокортикоиды и половые гормоны, тропные гормоны гипофиза) места их синтеза и их эффекты. Механизм действия гормонов, не проникающих через мембрану. Рецепторы с семью трансмембранными доменами. Трехмерные ГТФ-связывающие белки. Вторичные мессенджеры, механизмы их действия. Образование и распад цикло-АМФ. Протеинкиназы, фосфорилирующие остатки серина и треонина. Протеинкиназы, фосфорилирующие остатки тирозина. Механизм активации распада гликогена под воздействием адреналина. Характерные особенности клеточной сигнализации: специфичность, усиление сигнала, интеграция различных сигналов, десенситизация.

5. Структурная биохимия.

Структура аминокислот, входящих в состав белков, их химические свойства, распределение по группам в соответствии с особенностями структуры, небелковые аминокислоты и их функции. Белки: характерные особенности пептидной связи, структурная организация (первичная, вторичная, третичная, четвертичная структура). Понятия «субъединица» и «домен». Конформация белка, его конформационная лабильность, денатурация белка.

Сложные белки. Методы очистки белков. Аналитические методы анализа белков: изоэлектрофокусирование, одномерный электрофорез в полиакриламидном геле, двумерный электрофорез, масс-спектрометрия. Ферменты: сравнение с химическими катализаторами. Активный центр ферментов. Энергия активация химической реакции и способы ее снижения. Гипотеза индуцированного соответствия. Кинетика Михаэлиса-Ментен, максимальная скорость ферментативной реакции, число оборотов фермента, константа Михаэлиса. Типы катализа. Классификация ферментов. Коферменты и кофакторы, их роль в катализе. Структура нуклеотидов: АТФ и другие нуклеозидтрифосфаты как энергетическая валюта клетки. Окислительно-восстановительные эквиваленты: НАД, НАДФ, флавиновые коферменты; коэнзим А, липоевая кислота, тиаминпирофосфат, биотин, пиридоксальфосфат. Классификация и функции липидов. Насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты. Триацилглицериды (жиры) и их функция. Фосфоглицеролипиды. Фосфосфинголипиды. Структура мембран, латеральная и вращательная подвижность липидов в мембране. Взаимодействие липидов и интегральных белков мембраны. Липосомы и мицеллы. Фосфолипазы А1, А2, С и D, продукты, получаемые при действии этих фосфолипаз на глицерофосфолипиды. Жирорастворимые витамины и гормоны липидной природы. Холестерин и его функции. Желчные кислоты. Эйкозаноиды и их функции. Углеводы: структура и функции. Мономерные и полимерные углеводы. Эпимеры и стереоизомеры. Циклические и открытые формы мономерных углеводов на примере глюкозы. Редуцирующие и нередуцирующие сахара. Полимерные сахара: крахмал, гликоген, целлюлоза, хитин. Нуклеиновые кислоты. ДНК: структура мононуклеотида, образование цепи из отдельных нуклеотидов. Образование двуцепочечной ДНК, принцип комплементарности, его структурная основа. Структура двухцепочечной ДНК. РНК, ее виды, структура транспортной РНК, роль различных видов РНК.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Введение в базы данных

Цель дисциплины:

- изучение и практическое освоение методов создания баз данных (БД) и общих принципов их функционирования, теоретических и прикладных вопросов применения современных систем управления базами данных (СУБД) и автоматизированных информационных систем (АИС).

Задачи дисциплины:

- изучение основных моделей данных и языковых средств работы с реляционными базами данных;
- изучение принципов организации систем баз данных;
- изучение возможностей СУБД Oracle;
- освоение методологии проектирования баз данных.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- принципы организации и архитектуры систем баз данных;
- модели данных;
- последовательность и этапы проектирования баз данных;
- современные методики синтеза и оптимизации структур баз данных;
- основные конструкции языка обработки данных (SQL);
- методики оптимизации процессов обработки запросов;
- современные методы обеспечения целостности данных;
- методы физической организации баз данных;
- стандарты, методические и нормативные материалы, определяющие проектирование, создание и сопровождение баз данных;

- современные методы и средства создания автоматизированных информационных систем, основанных на базах данных;
- о многообразии современных систем управления базами данных, их областях применения и особенностях;
- о тенденциях и перспективах развития современных систем управления базами данных;
- об основных нерешенных на сегодняшний день проблемах, возникающих при создании и использовании баз данных.

уметь:

- применять современную методологию для исследования и синтеза информационных моделей предметных областей АИС;
- применять современную методологию на стадии технического проектирования – обследование, выбор и системное обоснование проектных решений по структуре информационных моделей и базам данных;
- проектировать базы данных (от этапа анализ предметной области информационной системы до реализации физической модели базы данных);
- применять методы проектирования баз данных и составления программ взаимодействия с базой данных;
- реализовывать и документировать автоматизированную информационную систему, основанную на базе данных.

владеть:

- навыками работы с реляционными базами данных на языке SQL;
- опытом работы по проектированию базы данных: проведения анализа предметной области информационной системы, составления инфологической модели и даталогической (концептуальной) схемы базы данных, определения ограничений целостности и прав доступа к данным, использования средств защиты данных;
- методологией применения метода "сущность связь" (ER-method, method "entity-relation") для проектирования баз данных.

Темы и разделы курса:

1. Введение в язык баз данных SQL.

Общие сведения. Стандарты. Правила написания команд. Операторы. Создание объектов БД. Синтаксис команды create table. Синтаксис команд insert, update, delete. Синтаксис команды select. Операторы. Предикаты. NULL-значение. Агрегирование результатов. Подзапросы. Соединение таблиц. Самосоединение. Синтаксис команды create view. Обновляемые и необновляемые представления.

2. Введение. Модели данных.

Информация, данные, знания, предметная область, база данных, СУБД, банк данных. Автоматизированная информационная система. Понятие, классификация, виды ИС. Предметная область информационной системы. Назначение и основные компоненты системы баз данных: база данных, СУБД, приложения. Уровни представления данных: внешние схемы, концептуальный уровень, схема хранения. Понятие модели данных. Типы структур данных. Операции над данными. Ограничения целостности. Сетевая модель данных (СМД): принципы организации, достоинства, недостатки. Иерархическая модель данных (ИМД): принципы организации, достоинства, недостатки. Реляционная модель данных (РМД): принципы организации, понятие отношения, свойства отношения, реализация связей, достоинства и недостатки модели. Операции реляционной алгебры

3. Механизмы доступа к данным. Оптимизация запросов.

Механизм транзакций: определение транзакции, свойства транзакции, начало и завершение транзакций, команды управления транзакциями. Взаимовлияние транзакций, уровни изоляции транзакций. Блокировки: определение, механизм работы, типы блокировок, тупиковые ситуации. Временные отметки. Многовариантность. Методы оптимизации: по стоимости, по синтаксису. Новые методы оптимизации в Oracle. Порядок оптимизации выполнения запроса. Способы написания более эффективных запросов. Подсказки Oracle (hints).

4. Обеспечение защиты данных в БД.

Обеспечение безопасности данных. Виды сбоя: сбой приложения, сбой предложения пользователя, ошибка пользователя, сбой процесса операционной системы, сбой фонового процесса СУБД. Средства физической защиты данных: журнал транзакций, сегмент отката. Резервное копирование. Восстановление базы данных. Защита от несанкционированного доступа. Системные и объектные привилегии. Права доступа, команды назначения и отъёма привилегий. Привилегии владельца. Роли. Описание ограничений целостности средствами языка SQL. Реализация ограничений целостности с помощью представлений и триггеров.

5. Обзор современных СУБД и перспективы развития БД.

Объектно-реляционные СУБД (на примере Oracle). Составные типы данных. Наследование и полиморфизм. Особенности языка SQL для объектно-реляционной модели. Объектно-ориентированные СУБД. Стандарт ODMG 3.0. Архитектура хранилища данных. Метаданные. Поток данных: восходящий, нисходящий. Схемы типа "звезда" и "снежинка". Проблемы применения ХД. OLAP-технология. Поточковые базы данных. Работа с неточными данными. Новые пользовательские интерфейсы. Проблемы оптимизации запросов. Интеграция разнородных и слабо формализованных данных. Организация доступа к базам данных через Internet. Самоадаптация. Сохранность данных. Технологии разработки данных и знаний (data mining и knowledge mining).

6. Организация приложений на основе баз данных.

Особенности архитектуры клиент-сервер для БД. Технологии доступа к базе данных (ADO, BDE, ODBC). Алфавит, ключевые слова, управляющие конструкции. Хранимые процедуры и функции: создание и использование. Взаимодействие с Oracle из PL/SQL. Обработка ошибок (исключительных ситуаций). Предопределенные и пользовательские исключительные ситуации. Триггеры баз данных: обычные, триггеры уровня схемы и триггеры INSTEAD OF. Назначение, создание и особенности использования.

Динамический SQL. Пакет dbms_sql и NDS (Native Dynamic SQL). Сравнение возможностей. Организация интерфейса к базе данных.

7. Системы управления базами данных (СУБД).

Классификация СУБД: по степени универсальности, по модели данных, по принципам хранения данных. Правила Кодда для реляционной СУБД (РСУБД). Основные функции реляционной СУБД: Хранение, извлечение и обновление данных. Каталог (ССД), доступный конечным пользователям. Поддержка транзакций. Служба управления параллельной работой. Службы восстановления. Службы контроля доступа к данным. Службы поддержки целостности данных. Службы поддержки независимости от данных. Администрирование базы данных: администрирование предметной области, администрирование базы данных, администрирование приложений, администрирование безопасности. Словарь-справочник данных: особенности Oracle.

8. Физическая организация данных.

Структура хранимых данных: хранимые записи фиксированной и переменной длины. Ключ базы данных. Управление пространством памяти и размещением данных. Виды адресации хранимых записей. Структура памяти: табличные области, сегменты, экстенды, блоки памяти. Параметры распределения памяти. Структура формата DBF. Механизмы доступа к данным. Оптимизация запросов. Индексирование данных: назначение индексов, принципы организации, типы индексов (составные, линейные и многоуровневые, плотные и неплотные, сжатые и несжатые). Индекс в виде В-дерева: принципы организации, достоинства. Хеширование: принципы организации, достоинства, недостатки. Использование хеширования в Oracle. Кластеризация данных: принципы организации, достоинства, недостатки. Использование кластеризации в Oracle.

9. Элементы проектирования баз данных.

Основные этапы проектирования ИС: предпроектная подготовка, проектирование БД, реализация проекта и создание приложений. Методы инфологического проектирования: функциональный, предметный, метод "сущность-связь". Сущности, атрибуты сущностей, связи между сущностями. Термины и классификация. Объединение локальных представлений. Показатели, на основе которых определяются требования к операционной обстановке: объем БД, режим работы, характер и интенсивность запросов. Параметры, которые следует учитывать при выборе СУБД: модель данных, функциональные возможности, типы данных, надежность, стоимость, наличие квалифицированного персонала. Преобразование ER-диаграммы в схему БД. Выявление нереализуемых связей. Составление отношений. Определение первичных ключей. Определение типов данных атрибутов. Описание ограничений целостности. Аномалии модификации данных. Нормализация отношений. Денормализация отношений. Правила реализации проекта на языке SQL. Объекты БД. Порядок создания объектов БД под управлением СУБД Oracle.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Введение в биоорганическую химию

Цель дисциплины:

- формирование базовых знаний основных понятий и законов химии, свойств важнейших веществ, понимание сути химических превращений, способности применять знания на практике.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний в области биологической химии;
- приобретение теоретических знаний в области изучения наиболее важных процессов биологического обмена веществ в живой клетке, координации и регуляции этого обмена, сопряжения метаболических циклов;
- оказание консультаций и помощи студентам в области тех разделов молекулярной биологии и химии живого, которые необходимы для выполнения собственной теоретической и практической работы студентов;
- формирование у студентов навыков самостоятельной работы со специальной научной литературой биологической направленности.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные закономерности химических процессов;
- свойства химических элементов и их соединений;
- правила техники безопасности при работе с химическими реактивами.

уметь:

- использовать периодическую систему элементов для описания химических и физико-химических свойств элементов и их соединений;
- использовать полученные знания при выполнении лабораторных работ, решении задач и обсуждении теоретических вопросов;

- анализировать полученные в ходе лабораторной работы данные и делать правильные выводы;
- выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения поставленных экспериментальных задач;
- критически оценивать применимость рекомендованных методик и методов.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;
- культурой постановки и моделирования биологических задач;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

Темы и разделы курса:

1. Введение в биоорганическую химию.

Предмет органической химии. Углерод. Источники выделения и получения органических веществ. Основные классы органических соединений: углеводороды, функциональные производные, гетероциклы.

Рациональная и IUPAC номенклатуры – основные положения и правила. Уровни описания органических соединений: качественный состав, количественный состав, строение. Структурная изомерия. Методы исследования органических соединений.

2. Уровни описания строения биоорганических соединений.

Классификация органических соединений по строению углеродного скелета. Функциональные группы и соответствующие классы органических соединений. Два вида номенклатуры. Систематическая номенклатура ИЮПАК. Тривиальные названия. Химическая связь в органических соединениях. Методы молекулярных орбиталей (МО) и резонансных структур (РС). Формулы Льюиса. Индуктивные эффекты. Энергия сопряжения. Мезомерные эффекты. Делокализованные связи в методе РС. Предельные резонансные структуры.

Ароматические соединения, ароматичность. Правило Хюккеля. π , π -Сопряжение и ρ , π -сопряжение. Бензол и ароматические циклы. Водородная связь в органических соединениях. Межмолекулярные взаимодействия.

3. Химическая связь и взаимное влияние атомов в органических соединениях.

Атомные орбитали. Гибридизация орбиталей. σ и π – Связи. Квантово-механическое описание ковалентной связи. Метод молекулярных орбиталей (МО) и метод резонансных структур. Сопряжение и ароматичность. Правило Хюккеля. Индуктивные эффекты. Мезомерные эффекты (эффект сопряжения).

4. Пространственное строение и изометрия.

Элементы симметрии и условия возникновения хиральности. Относительная и абсолютная конфигурация. Тетраэдрические проекции. Проекция по Фишеру. Соединения, содержащие несколько хиральных центров. Ньюменовские проекции. Энантиомерия, диастереомерия. Рацематы. Мезо-формы. Стереохимия аминокислот и углеводов.

5. Кислотно-основные свойства органических соединений.

Кислотность и основность по Бренстеду. Кислоты и основания Льюиса. Влияние электронодонорных и электроноакцепторных групп на силу кислот и оснований. pK_a и pK_b . Кислотно-основное равновесие в растворе аминокислот. Цвиттер-ионы, изоэлектрическая точка. Нейтральные, кислые и основные α -аминокислоты.

6. Структурные компоненты биополимеров.

Некоторые химические свойства α -аминокислот. Качественные реакции. Строение и синтез пептидов. Моносахариды. Циклические формы сахаров. Нуклеозиды и нуклеотиды.

7. Уровни пространственной организации биополимеров.

Силы, стабилизирующие пространственную структуру биополимеров. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура белков. Первичная, вторичная и третичная структура нуклеиновых кислот.

8. Методы исследования биоорганических соединений.

Электрофорез. Хроматография. Спектральные методы. Дифракционные методы.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Введение в математический анализ

Цель дисциплины:

- обучение основам математического анализа для формирования у студентов представления о математике, как особом методе познания природы, осознания общности математических понятий и моделей, приобретения навыков логического мышления и оперирования абстрактными математическими объектами;
- воспитание высокой математической культуры.

Задачи дисциплины:

- добиться четкого, ясного понимания основных объектов исследования и понятий анализа;
- продемонстрировать возможности методов анализа для решения задач фундаментальной и прикладной математики;
- привить точность и обстоятельность аргументации в математических рассуждениях;
- сформировать высокий уровень математической культуры, достаточный для понимания и усвоения последующих курсов по непрерывной и дискретной математике;
- способствовать: подготовке к ведению исследовательской деятельности (в частности, для написания курсовой и выпускной квалификационной работ) в областях, использующих математические методы; созданию и использованию математических моделей процессов и объектов; разработке эффективных математических методов решения задач естествознания, техники, экономики и управления;
- развивать умение самостоятельной работы с учебными пособиями и другой научной и математической литературой.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные свойства пределов последовательности и функций действительного переменного, производной, дифференциала, неопределенного интеграла;
- свойства функций на отрезке;

- основные "замечательные пределы", табличные формулы для производных и неопределенных интегралов, формулы дифференцирования, основные разложения элементарных функций по формуле Тейлора;
- основные формулы дифференциальной геометрии.

уметь:

- записывать высказывания при помощи логических символов;
- вычислять пределы последовательностей и действительного переменного;
- вычислять производные элементарных функций, раскладывать элементарные функции по формуле Тейлора;
- применять формулу Тейлора к нахождению главной степенной части при вычислении пределов функций;
- применять формулу Тейлора и правило Лопиталья;
- строить графики функций с применением первой и второй производных; исследовать функции на локальный экстремум, а также находить их наибольшее и наименьшее значения на промежутках; вычислять кривизны плоских и пространственных кривых.

владеть:

- предметным языком классического математического анализа;
- применяемым при построении теории пределов, аппаратом теории пределов, дифференциального и интегрального исчисления для решения различных задач, возникающих в физике, технике, экономике и других прикладных дисциплинах.

Темы и разделы курса:

1. Дифференцируемость функции.

Дается определение и разбирается смысл дифференцируемости функции в точке. Доказываются свойства дифференцируемости вытекающие из определения. Доказываются алгебраические свойства дифференцируемых в точке функций.

Доказывается теорема о дифференцируемости обратной функции. Приводятся примеры позволяющие находить производные обратных функций.

Дается определение дифференциала, рассматриваются алгебраические свойства, способы вычисления дифференциала при различных способах задания функций.

Определяются дифференциалы и производные высших порядков. Разбираются способы их вычисления при различных способах задания функций.

Доказываются фундаментальные теоремы отражающие свойства дифференцируемых функций. Разбираются примеры исследования свойств функций на основе доказанных теорем.

Доказана теорема Дарбу о свойстве производной принимать промежуточные значения.

Доказывается важная для дальнейшего теорема о локальной обратимости, связанная с непрерывностью производной в точке.

2. Интегрируемость функции.

Рассматривается идея интегрирования и ее реализация по Дарбу.

Доказывается критерий интегрируемости функций и его применение к исследованию интегрируемости непрерывных и монотонных функций.

Дается определение семейства интегральных сумм, предельной точки семейства интегральных сумм. Доказывается теорема о эквивалентности интегрируемости по Риману и существования предельной точки семейства интегральных сумм.

Доказывается теорема о интегрируемости сложной функции из которой получаем ряд важных следствий.

Рассматриваются аддитивные и линейные свойства интеграла Римана, а также свойства множества интегрируемых функций. В частности теоремы о среднем значении.

Выводится формула замены переменной в интеграле и формулируются условия при которых формула верна.

Рассматривается зависимость значения интеграла от промежутка интегрирования, и как следствие формула Ньютона — Лейбница. Рассматриваются примеры применения для вычисления значений интегралов от простейших функций.

Дается определение, так называемого, неопределенного интеграла и устанавливаются его алгебраические свойства.

3. Множества. Отношения. Операции.

Даются общие представления о исчислении высказываний. Разбираются важные для дальнейшего примеры.

Даются определения операций над множествами, определения и свойства отношений и операций.

Изучаются основные виды алгебраических конструкций.

Изучаются числа как реализация основных алгебраических конструкций.

Дается определение и примеры метрических пространств, определяются свойства точек и подмножеств метрического пространства.

Изучаются алгебраические и топологические свойства отображений.

4. Непрерывные функции.

Даются определения ограниченности, предельности и непрерывности отображения в точке, вытекающие из свойств действительных чисел и как упорядоченного поля, так и метрического пространства. Изучаются основные локальные свойства.

Доказывается теорема о непрерывном образе отрезка. Доказывается теорема о равномерной непрерывности непрерывной на отрезке функции. Разбираются следствия указанных свойств. Рассматриваются примеры.

Рассматриваются свойства бесконечно малых функций, разбираются замечательные пределы и разбираются методы нахождения пределов основанные на свойствах замечательных пределов и б.м функций.

Доказывается простая но фундаментальная теорема о свойстве непрерывной функции достигать локального экстремума на отрезке как компакте.

5. Приложения функции действительного переменного.

Рассматриваются методы анализа экстремальных свойств функции действительной переменной.

Рассматриваются методы исследования различных свойств функций и методы построения эскиза графика на основе проведенного исследования для различных способов задания функций.

Рассматриваются приложения свойств функций действительной переменной для решения физических и геометрических задач.

6. Приложения функции действительного переменного.

Рассматриваются методы анализа экстремальных свойств функции действительной переменной.

Рассматриваются методы исследования различных свойств функций и методы построения эскиза графика на основе проведенного исследования для различных способов задания функций.

Рассматриваются приложения свойств функций действительной переменной для решения физических и геометрических задач.

7. Числовые последовательности.

Дается определение числовой последовательности и изучаются свойства следующие из определения.

Изучаются ограниченные последовательности, дается определение частичного предела и свойства последовательностей имеют верхний и нижний пределы.

Изучаются сходящиеся последовательности с алгебраической и топологической точек зрения. Приводятся примеры важных числовых последовательностей и методы доказательства сходимости.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Вычислительная математика

Цель дисциплины:

- освоение студентами фундаментальных знаний в области приближенного решения краевых задач и математического моделирования, изучение современных методов дискретизации дифференциальных уравнений и областей их практического применения.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний в области дискретизации дифференциальных уравнений и математического моделирования как дисциплин, обеспечивающей технологические основы современных инновационных сфер деятельности;
- обучение студентов двум классам современных методов дискретизации и ознакомление с их приложениями;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами по математическому моделированию в рамках выпускных работ на степень бакалавра.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- современные проблемы теории аппроксимации и вычислительной математики;
- методы приближенного решения задач математической физики;
- постановку проблем моделирования физических процессов;
- о взаимосвязях и фундаментальном единстве естественных наук.

уметь:

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;

- работать на современных компьютерах;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
- пользоваться справочной литературой научного и прикладного характера.

владеть:

- планированием, постановкой и обработкой результатов численного эксперимента;
- научной картиной мира;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории на современном компьютерном оборудовании;
- навыками освоения большого объема информации;
- культурой постановки и моделирования физических задач.

Темы и разделы курса:

1. Интегрирование обыкновенных дифференциальных уравнений.

Одношаговые явные методы: Эйлера, Рунге-Кутты; неявные методы: Эйлера, Кранка-Николсон. Многошаговые, многозначные методы: Адамса, Гира. Краевые задачи. Жесткие системы. Метод прогонки.

2. Приближение дифференциальных и интегральных операторов.

Конечные разности. Компактные (Паде-) приближения. Теорема Филиппова. Метод априорных оценок, неравенство Пуанкаре. Устойчивость явных и неявных схем. Спектральный признак устойчивости. Принцип замороженных коэффициентов. Исследование устойчивости простейших схем для уравнения теплопроводности в нормах C , L . Коллокация. Конечные элементы. Проекционная теорема, оценка точности для кусочно-линейного базиса. Проекционная теорема для компактно возмущенного оператора.

3. Приближение функций.

Принцип максимального объема, теорема о выборе узлов. Интерполяция многочленами на отрезке, форма Лагранжа. Обусловленность матрицы Вандермонда. Разделенные разности, форма Ньютона, погрешность интерполяции. Барцентрическая форма интерполяционного многочлена. Оценки констант Лебега сверху и снизу. Эффект Гиббса, монотонная интерполяция. Вариационное свойство естественных сплайнов, погрешность сплайн-интерполяции, квазилокальность (на примере кубических сплайнов). Основные свойства В-сплайнов. Пример Фабера. Кривые последовательного деления. Ортогональные, биортогональные всплеск-преобразования, адаптация всплеск-преобразований (лифтинг).

4. Численное интегрирование.

Интерполяционные квадратурные формулы; формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона. Ортогональные многочлены, трехчленные соотношения, механическая квадратура Гаусса-Якоби. Экстраполяция Рундсона. Адаптивные формулы, правило Рунге. Интегрирование функций с особенностями. Интегрирование быстроосциллирующих функций. Методы Монте-Карло. Центральная предельная теорема. Линейные, инверсивные конгруэнтные генераторы, генератор И.М. Соболя.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Гармонический анализ

Цель дисциплины:

- формирование базовых знаний по математическому анализу для дальнейшего использования в других областях математического знания и дисциплинах естественнонаучного содержания;
- формирование математической культуры, исследовательских навыков и способности применять знания на практике.

Задачи дисциплины:

- формирование у обучающихся базовых знаний по математическому анализу;
- формирование общематематической культуры: умение логически мыслить, проводить доказательства основных утверждений, устанавливать логические связи между понятиями;
- формирование умений и навыков применять полученные знания для решения аналитических задач, самостоятельного анализа полученных результатов.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- определение и свойства тензоров и внешних форм, тензорные операции, тензорный закон преобразования координат;
- определение и основные свойства дифференциальных форм, криволинейных и поверхностных интегралов от форм, внешнего дифференциала формы, общую теорему Стокса;
- свойства ротора и дивергенции векторного поля, классические формулы Грина, Стокса и Остроградского – Гаусса; основные свойства функциональных рядов и несобственных интегралов, зависящих от параметров, теоремы о равномерной сходимости и аналитические свойства равномерно сходящихся рядов и интегралов;
- теорему о сходимости степенных рядов, теорему Коши – Адамара, свойства аналитических функций; теоремы о сходимости и равномерной сходимости рядов Фурье, теорему Фейера, теоремы Вейерштрасса о приближении функций многочленами; свойства преобразования Фурье;

- теорему обращения преобразования Фурье; определение, основные свойства и примеры обобщенных функций.

уметь:

- осуществлять основные операции с тензорами и внешними формами, вычислять их координаты; находить криволинейные и поверхностные интегралы от дифференциальных форм, вычислять внешний дифференциал, пользоваться формулой Стокса;

- находить дивергенцию и ротор векторного поля; исследовать функциональные ряды и несобственные интегралы, зависящие от параметров, на поточечную и равномерную сходимость;

- вычислять радиус сходимости степенного ряда, разлагать функцию в ряд Фурье и исследовать его сходимость, вычислять преобразование Фурье, находить производные обобщенных функций.

владеть:

- тензорной алгеброй для ее применения в анализе и физике, аппаратом дифференциальных форм, криволинейных и поверхностных интегралов и внешних производных и его приложениями в дифференциальных уравнениях и теоретической физике;

- теорией функциональных рядов и несобственных интегралов, гармоническим анализом и первыми понятиями теории обобщенных функций, их приложениями.

Темы и разделы курса:

1. Тензорная алгебра и векторный анализ.

Тензорные произведения линейных пространств. Универсальность тензорного умножения. Общие тензорные операции. Линейные отображения и полилинейные функции как примеры тензоров.

Тензоры типа (p, q) . Операции над тензорами. Тензорный закон преобразования координат.

Внешние формы. Внешнее умножение форм и его свойства.

Внешние формы в евклидовых пространствах. Скалярное умножение тензоров и внешних форм. Детерминант и объем ориентированного параллелепипеда.

Оператор Ходжа и его свойства.

Тензоры в физике и механике.

Криволинейные и поверхностные интегралы как интегралы от дифференциальных форм. Дифференциальные формы на кривых, поверхностях и в областях трехмерного евклидова пространства. Ограничение форм.

Интегрирование и внешнее дифференцирование форм. Формула Стокса.

Связь дифференциальных форм с векторными полями. Дивергенция и ротор, поток и циркуляция поля. Классические формулы Грина, Стокса и Остроградского – Гаусса.

2. Функциональные пространства и обобщенные функции.

Нормированные бесконечномерные пространства. Сходимость. Линейно независимые и полные системы.

Функциональные пространства и полные системы функций. Полные и неполные пространства.

Евклидовы пространства. Норма в евклидовом пространстве. Тожество параллелограмма.

Ортогональные системы. Ортогонализация.

Наилучшее приближение вектора евклидова пространства линейной комбинацией векторов ортогональной системы. Неравенство Бесселя. Полнота ортогональной системы. Равенство Парсеваля. Замкнутые ортогональные системы. Полные евклидовы пространства и свойства ортогональных систем в них. Изоморфизм евклидовых пространств.

Полнота системы алгебраических и тригонометрических многочленов в пространстве Q .

Пространство D . Обобщенные функции. Примеры. Регулярные и сингулярные обобщенные функции.

Производные обобщенных функций.

Пространство Шварца. Обобщенные функции умеренного роста. Преобразование Фурье обобщенных функций умеренного роста.

3. Функциональные ряды и несобственные интегралы, зависящие от параметров. Степенные ряды, ряды Фурье и преобразование Фурье.

Функциональные ряды. Поточечная и равномерная сходимость.

Признаки равномерной сходимости. Свойства равномерно сходящихся функциональных рядов.

Несобственные интегралы, зависящие от параметров. Поточечная и равномерная сходимость.

Признаки равномерной сходимости. Аналитические свойства равномерно сходящихся интегралов. В- и Г- функции.

Степенные ряды. Радиус сходимости. Формула Коши – Адамара. Аналитические функции.

Ряды Фурье. Теоремы о сходимости рядов Фурье. Теорема Фейера.

Теоремы Вейерштрасса о приближении непрерывных функций многочленами.

Преобразование Фурье. Формула обращения. Свойства преобразования Фурье.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Дифференциальные уравнения

Цель дисциплины:

- освоение студентами фундаментальных знаний в области обыкновенных дифференциальных уравнений, изучение способов исследования и решения дифференциальных уравнений, а также их практического применения.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний в области дифференциальных уравнений как дисциплины, обеспечивающей научные основы современных моделей окружающего мира и технологических процессов;

- обучение студентов методам решения дифференциальных уравнений и выявления их особенностей и специфических свойств;

- формирование подходов к выполнению студентами исследований в области дифференциальных уравнений в рамках выпускных работ на степень бакалавра.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- методы теории обыкновенных дифференциальных уравнений.

уметь:

- применять на практике методы теории обыкновенных дифференциальных уравнений.

владеть:

- методологией и навыками решения научных и практических задач.

Темы и разделы курса:

1. Динамические системы и теория устойчивости.

Первые интегралы автономных и неавтономных систем. Уравнение в вариациях и теорема о гладкой зависимости решения от параметров и начальных условий. Теоремы о выпрямлении поля направлений и векторного поля.

Локальные теоремы о первых интегралах. Понятие интегрируемости в квадратурах. Теория Пуанкаре-Бендиксона. Устойчивость по Ляпунову. Основные определения: устойчивость, асимптотическая устойчивость, неустойчивость. Устойчивость линейных однородных систем: основные определения. Устойчивость систем с постоянными и периодическими коэффициентами. Устойчивость и сильная устойчивость линейных гамильтоновых систем с постоянными коэффициентами. Расположение и структура множества собственных чисел. Устойчивость и сильная устойчивость линейных гамильтоновых систем с периодическими коэффициентами. Расположение и структура множества мультипликаторов. Параметрический резонанс. Характеристические показатели Ляпунова. Спектр Ляпунова линейной системы с непрерывной ограниченной матрицей. Функции Ляпунова. Теорема Ляпунова об устойчивости. Теорема Ляпунова об асимптотической устойчивости. Функция Четаева. Теорема Четаева о неустойчивости. Теорема об исследовании равновесия на асимптотическую устойчивость по линейному приближению.

2. Дифференциальные уравнения первого порядка.

Обыкновенные дифференциальные уравнения и системы первого порядка. Понятие решения. Уравнения с разделяющимися переменными. Теоремы существования и единственности решения для уравнения с разделяющимися переменными. Уравнения в полных дифференциалах и интегрирующие множители. Однородные и квазиоднородные уравнения. Уравнения Бернулли и Риккати. Уравнения, не разрешенные относительно производной. Уравнения, допускающие понижение порядка

3. Линейные уравнения и системы.

Экспонента линейного оператора. Определитель экспоненты. Экспонента жордановой клетки. Системы линейных однородных уравнений с постоянными коэффициентами. Пространство решений. Фундаментальная система решений. Характеристическое уравнение. Разложение фазового пространства в прямую сумму инвариантных подпространств. Общее решение. Линейное однородное уравнение n -ого порядка с постоянными коэффициентами: пространство решений, характеристическое уравнение, общее решение. Классификация особых точек линейных систем на плоскости и их фазовые портреты. Линейные неоднородные системы уравнений с постоянными коэффициентами: общие свойства, метод вариации постоянных, частное решение системы с правой частью в виде квазимногочлена. Линейное неоднородное уравнение n -ого порядка с постоянными коэффициентами: общие свойства, метод вариации постоянных, частное решение уравнения с правой частью в виде квазимногочлена. Пространство решений линейной однородной системы. Фундаментальная система решений, фундаментальная матрица, определитель Вронского, формула Лиувилля–Остроградского. Линейные неоднородные системы уравнений с переменными коэффициентами: общие свойства, метод вариации постоянных. Линейное однородное уравнение n -го порядка с переменными коэффициентами: общие свойства, пространство решений, линейная независимость и зависимость решений, фундаментальная система решений, определитель Вронского, формула Лиувилля–Остроградского. Линейное неоднородное уравнение n -го порядка с

переменными коэффициентами: общие свойства, метод вариации постоянных, формула Коши для общего решения.

4. Линейные уравнения с переменными коэффициентами.

Линейное однородное уравнение 2-ого порядка с переменными коэффициентами: теорема Штурма о перемежаемости нулей решений. Теорема сравнения Штурма, теорема Кнезера. Задача Штурма–Лиувилля, существование бесконечной последовательности собственных чисел. Линейные однородные системы уравнений с периодическими коэффициентами. Оператор монодромии. Мультипликаторы. Теория Флоке–Ляпунова: общий вид фундаментальной матрицы линейной периодической системы, приводимость к системе с постоянными коэффициентами.

5. Общая теория дифференциальных уравнений.

Уравнения и системы порядка выше первого и их сведение к системам первого порядка. Теорема существования и единственности решения дифференциального уравнения. Теоремы о продолжении и непрерывной зависимости решений от начального условия. Максимальный интервал существования. Автономные и неавтономные уравнения. Динамические системы. Геометрические понятия, связанные с дифференциальными уравнениями. Фазовое пространство и расширенное фазовое пространство. Поле направлений, интегральные кривые. Векторное поле, фазовые кривые. Фазовый портрет, положения равновесия, предельные циклы. Преобразование сдвига вдоль решений автономной и неавтономной системы. Фазовый поток автономной системы.

6. Элементы вариационного исчисления.

Основные понятия. простейшая задача вариационного исчисления. Задача о брахистохроне. Задача со свободными концами. задача для функционалов, зависящих от нескольких неизвестных функций, и задача для функционалов, содержащих производные высших порядков. Изопериметрическая задача.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Информатика

Цель дисциплины:

- изучение принципов алгоритмизации и современных методов обработки информации с использованием алгоритмических языков.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами базовых знаний в области программирования;
- изучение языка высокого уровня (СИ);
- приобретение навыков работы при создании программного продукта.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- современные методы и средства разработки алгоритмов и программ;
- основные конструкции языков программирования и способы записи алгоритмов на языке высокого уровня (на стандарте языка Си);
- иметь представление об использовании дополнительных пакетов и библиотек при программировании.

уметь:

- разрабатывать алгоритмические и программные решения прикладного программного обеспечения;
- применять различные методы отладки программ.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы при создании программного обеспечения.

Темы и разделы курса:

1. Динамические структуры. Бинарные деревья. Хэш-таблицы.

Деревья. Бинарные деревья (основные понятия). Построение дерева. Рекурсивный обход дерева. Поиск элемента в дереве. Удаление элементов из дерева. Построение хэш-таблицы.

2. Динамические структуры. Списки.

Связанные списки (однонаправленные, двунаправленные, циклические). Основные операции над списками.

3. Классы памяти. Динамическое распределение памяти.

Объявление переменной типа структура. Доступ к элементам структуры. Вложенные структуры. Указатели на структуры. Массивы структур. Ввод, вывод структур. Статическое и динамическое распределение памяти под структуры. Классы памяти. Динамическое выделение памяти.

4. Массивы. Использование указателей.

Указатели. Операции над указателями. Обработка массивов с использованием указателей. Массивы указателей.

5. Основы алгоритмизации. Базовые понятия языка СИ.

Введение в программирование. Типы алгоритмов. Синтез алгоритмов на основе базовых конструкций. Структура СИ-программы. Стандартные типы данных. Выражения, типы выражений. Управляющие структуры. Циклы. Способы хранения информации. Одномерные и двумерные массивы.

6. Побитовые операции.

Побитовый доступ к данным.

7. Символьные строки. Свободные массивы строк.

Символьные строки. Стандартные функции для работы со строками. Массивы строк. Свободные массивы. Динамическое распределение памяти под строки нефиксированной длины.

8. Функции.

Определение и использование функций. Передача параметров. Формальные и фактические параметры. Локальные и глобальные переменные.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

История культуры России

Цель дисциплины:

- углубленное изучение основных историко-культурных процессов на территории Отечества в эпохи каменного, бронзового и железного веков, в Древней и Средневековой Руси и в России нового времени вплоть до современности в контексте истории сопредельных земель (в основном относящихся к территории бывшего СССР) на фоне краткой характеристики социально-экономических и политических процессов;
- формирование представления о крупнейших достижениях отечественной культуры, об основных тенденциях ее развития.

Задачи дисциплины:

- развитие навыков сравнительно-исторического анализа, овладение основами исторического мышления;
- выработка способности применять полученные знания в сфере истории, в сферах культурологии и искусствоведения.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- важнейшие вехи основных историко-культурных процессов на территории Отечества в эпохи каменного, бронзового и железного веков, в Древней и Средневековой Руси и в России нового времени вплоть до современности в контексте истории сопредельных земель (в основном относящихся к территории бывшего СССР);
- основные закономерности историко-культурных процессов на территории Отечества в эпохи каменного, бронзового и железного веков, в Древней и Средневековой Руси и в России нового времени вплоть до современности в контексте истории сопредельных земель (в основном относящихся к территории бывшего СССР);
- крупнейшие достижения отечественной культуры, основные тенденции ее развития.

уметь:

- осуществлять сравнительно-исторический анализ, овладение основами исторического мышления.

владеть:

- основами исторического мышления, способностью применять полученные знания в сфере истории культуры, культурологии и искусствоведения.

Темы и разделы курса:

1. История и культура Отечества в 1917-2014 годах.

Своеобразие и противоречивость культурного развития СССР в 20-50-е гг. Культура 1920-х гг. Понятие "культурной революции", ее реализация. Новая образовательная система. Наука и техника в 1920-е гг. Художественная культура данного периода. Влияние революций 1917 г. и гражданской войны на состояние культуры.

Культура 1930-х гг. Продолжение "культурной революции". Развитие системы образования. Развитие естественных наук. Ситуация в сфере гуманитарных наук. Художественная культура. Литература. Изобразительное искусство. Архитектура. Кинематограф. Искусство и власть.

Основные противоречия и достижения в области культуры в 60-90-е гг. XX в. и начале XXI в. в СССР и России. Государственная политика в области науки и образования. Новые тенденции в развитии общественных наук. Естественные науки. Художественная культура.

Переход ко всеобщему среднему образованию. Развитие естественных наук. Ситуация в сфере гуманитарных наук. Официальное и неофициальное искусство (литература, живопись, скульптура, театр, музыка).

"Школьная реформа". Радикальные изменения в сфере взаимоотношения государства и сферы культуры. Литература и искусство в новых условиях. Развитие гуманитарных наук и состояние естественных наук.

Новые условия существования культурной сферы. Изменения в системе образования. Ситуация в области естественных и гуманитарных наук. Художественная культура в современной России.

2. Образование и развитие Российского государства в XIV-XVII вв. История и культура.

Влияние на развитие культуры возвышения Москвы и Куликовской победы. Возвышение Москвы. Москва как центр культуры формирующейся великорусской народности.

Возрождение традиций русской письменности. Летописание. Исторические повести ("Сказание о Мамаевом побоище", "Задонщина"). Житийная литература.

Архитектура. Строительство соборов и Московского Кремля. Аристотель Фиораванти.

Живопись. Феофан Грек. Андрей Рублев.

Основные тенденции в развитии культуры России в XVI в. Культура указанного периода как один из факторов складывания великорусской народности. Формирование политической идеологии централизованного государства. Общественная мысль. Концепция "Москва - третий Рим". "Сказание о князьях Владимирских" как пропагандистское сочинение. Крупнейшие летописные своды. "Степенная книга". "Четьи-минеи". Житийная литература. Хронографы. Исторические повести. Публицистические произведения Ивана Пересветова. Переписка А.Курбского с Иваном Грозным. Начало книгопечатания в России. Иван Федоров. Архитектура. Шатровое строительство. Оборонное зодчество. Живопись. Дионисий и его школа. Быт и нравы. "Домострой". Народное творчество. Влияние опричнины и Ливонской войны на состояние культуры.

Важнейшие культурные достижения в России в XVII в. Начало формирования русской нации. Смутное время и его отражение в культурных процессах. Усиление культурных связей с Западной Европой. Общественная мысль. Теоретическое обоснование самодержавия. Апология раскола ("Житие" протопопа Аввакума). Усиление светских, рационалистических и демократических элементов в культуре ("обмирщение" культуры). Распространение грамотности, развитие просвещения. Школы. Славяно-греко-латинская академия. Накопление и распространение научных знаний. Литература. Летописи. Новые литературные жанры. Сатирические и бытовые повести. Силлабическое стихосложение.

Архитектура. "Дивное узорочье". Судьба шатрового зодчества. Светские здания и храмы Москвы, Ярославля, Ростова Великого. "Нарышкинское (московское) барокко". Деревянное зодчество.

Живопись. Фрески и иконы. Появление реалистических тенденций, начало портретной живописи. Симон Ушаков.

Музыка и народный театр.

Бытовые новшества и традиционные черты. Народное творчество.

3. Образование классов и государства у восточных славян. Древняя (домонгольская) Русь. Культурно-историческое развитие. Русские земли и Золотая Орда.

Восточные славяне, их истоки и культура. Проблема этногенеза восточных славян. Основные этапы становления государственности. Древняя Русь и кочевники. Византийско-древнерусские связи. Особенности социального строя Древней Руси. Этнокультурные и социально-политические процессы становления русской государственности. Принятие христианства. Распространение ислама. Народы Восточной Европы во 2-й пол. I тыс. н.э.

Культура Киевской Руси на фоне средневековой культуры. Культурное наследие восточных славян и русская культура. Формирование древнерусской народности. Архитектура, живопись, ремесла, литература, фольклор. Система росписей древнерусского храма. Техники древнерусского прикладного искусства. Религиозные представления в Киевской Руси: от многобожия к христианству. Двоеверие в русской культурной традиции. Киевская Русь и раскол мировой христианской церкви. Роль христианства в развитии древнерусской культуры.

Культура Новгородской, Владимиро-Суздальской и Галицко-Волынской земель: локальные особенности архитектуры, живописи, ремесла, литературы, фольклора. Подъем

культуры в русских землях. Идея единства русской земли в борьбе с внешними захватчиками. "Слово о полку Игореве".

Культура Руси во второй половине XIII-XV вв. Борьба русских земель с монголо-татарским завоеванием и с крестоносцами в XIII в. Золотая Орда.

Социально-политические изменения в русских землях в XIII-XV вв. Русь и Орда: проблемы взаимовлияния. Тормозящее влияние золотоордынского ига на развитие русской культуры. Разгром и уничтожение культурных ценностей. Разрыв и ослабление традиционных связей с христианским миром. Упадок ремесла и искусства.

4. Российская империя в XVIII в. История и культура.

Основные тенденции в развитии образования и просвещения, науки, архитектуры, литературы и искусства в России первой четверти XVIII в. Реформы Петра I в области культуры и быта. Введение гражданского шрифта, арабских цифр, нового календаря. Первая русская печатная газета. Светский характер новой культуры, ее взаимодействие с западноевропейской культурой. Академия наук. Светская школа. Военные школы. Светские учебники и научная литература. Наука и техника. Общественно-политическая мысль. Становление городской архитектуры: регулярная планировка, светские и церковные здания. Создание общественных, научных, музейных, библиотечных учреждений. Литература. Живопись. Скульптура. Театр.

Основные достижения в области культуры в Российской империи середины - 2-й пол. XVIII в.

"Век просвещения". Сословный характер образования. Деятельность Академии наук. Обследование и изучение страны. М.В. Ломоносов. Основание Московского университета, Академии художеств, Горного института. Формирование русской интеллигенции. А.Н. Радищев и становление оппозиционной традиции в русской общественной мысли. Развитие технических и естественных наук. Российские изобретатели. Комплексные географические экспедиции. Вольное экономическое общество. Исторические труды и начало публикации исторических источников. Литература и публицистика. Русское просветительство. Журналы и газеты. Возникновение русского профессионального театра. Крепостной театр. Быт и нравы: деревня и город.

Архитектура и живопись: барокко и классицизм.

5. Россия в XIX - н. XX в. История и культура.

Основные вехи в развитии культуры в предреформенный и пореформенный периоды в России XIX в.

Культура России в первой половине XIX в. Образование и просвещение. Школы. Университеты. Техническое образование. Усиление сословности в образовании. Наука и техника. Художественная культура. Литература: стилевые направления. Становление русского литературного языка. Театр и музыкальная культура. Изобразительное искусство: живопись, скульптура. Архитектура.

Реализм и романтизм. Социальные идеи в архитектуре и живописи.

Культура России во второй половине XIX - начале XX в. Состояние просвещения и печати. Типы начальной школы. Среднее образование. Высшее образование: расширение форм. Основание народных университетов. Книгоиздательское и журнально-газетное дело. Культурно-просветительские учреждения. Развитие науки и техники. Новые направления в науке. Создание научных школ. Начало применения технических новшеств в быту. Художественная культура. Расцвет литературы. Развитие театра. Музыкальная культура. Живопись и скульптура. Модернизм в литературе и изобразительном искусстве. Художественные объединения.

Стиль Модерн. Синтез искусств. Символизм начала XX в.

Основные культурные достижения в России начала XX в. Влияние первой мировой войны, революций февраля и октября 1917 г. и гражданской войны в России на культурную ситуацию.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

История

Цель дисциплины:

- углубленное изучение основных исторических процессов на территории Отечества в эпохи каменного, бронзового и железного веков, в Древней и Средневековой Руси и в России нового времени, вплоть до современности в контексте истории сопредельных земель (в основном относящихся к территории бывшего СССР) на фоне краткой характеристики социально-экономических и политических процессов;
- формирование представления о крупнейших достижениях отечественной культуры и основных тенденциях ее развития.

Задачи дисциплины:

- развитие навыков сравнительно-исторического анализа, овладение основами исторического мышления;
- выработка способности применять полученные знания в сфере истории и политологии, истории науки.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные закономерности социально-экономических и политических процессов на территории Отечества в Древней и Средневековой Руси и в России нового времени вплоть до современности в контексте истории сопредельных земель (в основном относящихся к территории бывшего СССР);
- важнейшие вехи основных исторических процессов на территории Отечества от древности до современности в контексте истории сопредельных земель (в основном относящихся к территории бывшего СССР).

уметь:

- осуществлять сравнительно-исторический анализ, овладение основами исторического мышления.

владеть:

- основами исторического мышления, способностью применять полученные знания в сфере истории и политологии, истории науки.

Темы и разделы курса:

1. Античная культура в Северном Причерноморье. Античное наследие в эпоху Великого переселения народов.

Греческая колонизация Северного Причерноморья: факторы, истоки, первые колонии. Три политико-экономических центра античного Северного Причерноморья.

Поселения. Могильники. Экономика греческих колоний. Местное греческое ремесло и искусство. Судьба античных государств Северного Причерноморья.

2. Культура праславян, балтов и финно-угров в древности и раннем средневековье.

Культура праславян, балтов и финно-угров. Влияние кельтской, фракийской и прагерманской культур. Этногенез восточных славян. Письменные и археологические источники о славянах.

3. Культуры скифо-сибирского и сармато-гуннского кочевнического мира Евразии.

Скифы и родственные им народы, их история и культура. Искусство скифо-сибирского звериного стиля, его стилистика и семантика. Проблема скифского наследия в искусстве России. Культура сармато-гуннской эпохи. Культурная ситуация в эпоху Великого переселения народов.

4. Методы и источники изучения истории. Хронология. Сущность, формы, функции исторического знания.

Понятие и классификация исторического источника. Историческая и археологическая периодизации. Относительная и абсолютная хронологии. Возможности использования данных письменных источников, лингвистики и антропологии для оценки и интерпретации археологических материалов. Методы естественных наук в историко-археологических исследованиях: радиоуглеродный анализ, спектрография, металлография, дендрохронология и др.

Методология и теория исторической науки. Культура России – неотъемлемая часть культуры человечества.

5. Основные достижения в процессе технологической эволюции в энеолите и бронзовом веке. Искусство и идеология эпохи энеолита-бронзового века. Основные вехи в освоении железа. Ранний железный век: основные черты как культурно-технологической эпохи.

Начало металлургии. Значение металла в развитии человеческой культуры и общества. Открытие меди и бронзы. Основные достижения в процессе технологической эволюции в энеолите и бронзовом веке. Искусство и идеология эпохи энеолита-бронзового века. Основные вехи в освоении железа. Ранний железный век: основные черты как культурно-технологической эпохи. Дифференциация регионов на основе различий в темпах развития и зарождение локальных вариантов в культуре.

6. Основные тенденции культурно-исторического развития Руси, России, СССР и постсоветской России в эпоху Средневековья, Нового и Новейшего времени.

Историко-культурные процессы в периоды феодализма, капитализма и в посткапиталистическую эпоху. Основные тенденции и перспективы культурного развития.

7. Происхождение человека и зарождение культуры. Понятия каменный век, энеолит, бронзовый и железный век. Основные черты каменного века (палеолит, мезолит, неолит) как культурно-технологической и антропогенетической эпохи.

Основные черты каменного века (палеолит, мезолит, неолит) как культурно-технологической и антропогенетической эпохи. Эволюция технологических навыков в период каменного века. Зарождение искусства. Искусство палеолита: основные сюжеты, формы, приемы, функции. Мезолит: новые черты искусства. Возникновение религиозно-мифологических, философских и магических представлений: основные свидетельства данного процесса. Важнейшие хозяйственные сдвиги в каменном веке. Неолитическая революция и связанные с ней изменения в материальной культуре, искусстве и идеологии.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Квантовая механика

Цель дисциплины:

- освоение студентами основ квантовой механики.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний в области аналитической механики как дисциплины, интегрирующей общеприродную и математическую подготовку студентов;
- овладение основными методами, позволяющими решать уравнения аналитической механики; решение задач, охватывающих основные приложения аналитической механики.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основы лагранжевой механики;
- теоретические основы динамики консервативных и диссипативных систем вблизи равновесия;
- теоретические основы динамики твердого тела;
- принцип наименьшего действия и основы гамильтоновой механики;
- метод канонических преобразований и аппарат скобок Пуассона;
- метод Гамильтона-Якоби и технику разделения переменных;
- метод переменных действие-угол.

уметь:

- формулировать уравнения Лагранжа в обобщенных координатах, находить интегралы движения и с их помощью решать уравнения движения;
- вычислять период финитного движения;
- вычислять сечение рассеяния в данном центральном поле;

- находить собственные частоты и нормальные колебания систем со многими степенями свободы;
- вычислять моменты инерции твердого тела;
- переходить от лагранжиана к гамильтониану и наоборот с помощью преобразования Лежандра;
- осуществлять канонические преобразования с помощью данной производящей функции;
- вычислять скобки Пуассона;
- разделять переменные в уравнении Гамильтона-Якоби и решать с помощью метода Гамильтона-Якоби канонические уравнения движения;
- переходить к переменным действие-угол;
- вычислять адиабатические инварианты.

владеть:

- основными методами аналитической механики – методами Лагранжа I и II рода;
- методами интегрирования уравнений движения, принципом наименьшего действия;
- методом канонических уравнений Гамильтона, аппаратом скобок Пуассона, методом Гамильтона-Якоби решения канонических уравнений.

Темы и разделы курса:

1. Основы лагранжевой механики

Связи и их классификация. Возможные и виртуальные перемещения. Модель идеальных связей. Общее уравнение динамики. Уравнения Лагранжа I рода.

Обобщенные координаты. Обобщенные силы. Уравнения Лагранжа II рода. Лагранжиан. Кинетическая энергия в обобщенных координатах.

Потенциальная энергия. Сохранение полной энергии. Непотенциальные силы. Структура обобщенного потенциала. Законы сохранения энергии, импульса и момента импульса как следствия однородности времени, пространства и изотропности пространства.

Одномерное движение и интегрирование уравнений движения с помощью интегралов движения. Задача двух тел. Движение в центральном поле.

2. Физические задачи лагранжевой механики

Рассеяние частиц. Сечение рассеяния. Формула Резерфорда. Рассеяние на малые углы.

Равновесие. Устойчивость и неустойчивость. Линеаризация и малые колебания. Динамика консервативных и диссипативных систем вблизи равновесия. Вынужденные колебания и резонанс. Собственные частоты для систем со многими степенями свободы.

Движение твердого тела. Угловая скорость вращения, тензор инерции, Момент импульса твердого тела. Уравнения движения твердого тела.

Свободное вращение симметричного волчка. Углы Эйлера. Симметричный волчок с закрепленной нижней точкой в поле тяжести. Спящий волчок.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Квантовая теория

Цель дисциплины:

- знакомство с необычными свойствами квантовых систем, обучение способам описания нерелятивистских квантовых систем, знакомство с основными методами описания релятивистских частиц.

Задачи дисциплины:

- знакомство с базовыми экспериментальными фактами в области квантовой физики, усвоение уравнений Шредингера, Паули и Дирака, описывающих квантовые явления, овладение математическими методами, позволяющими решать квантовые уравнения, решение задач, охватывающих основные приложения квантовой физики.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- численные порядки величин, характеризующие квантовые явления;
- экспериментальные основы квантовой физики;
- основные принципы квантовой механики;
- методы описания квантовых систем;
- связь собственных векторов и собственных значений операторов с наблюдаемыми и измеряемыми физическими величинами;
- основные точно решаемые модели квантовых систем;
- основные приближенные методы решения задач квантовой механики: квазиклассическое приближение, стационарную и нестационарную теорию возмущений, вариационный метод;
- методы и способы описания систем тождественных частиц в квантовой теории;
- методы описания рассеяния частиц;
- описание взаимодействия электромагнитного излучения с квантовыми системами зарядов;
- основы релятивистской квантовой теории.

уметь:

- находить безразмерные параметры, определяющие изучаемое явление;
- производить численные оценки по порядку величины;
- находить энергетические спектры и волновые функции в одномерных случаях;
- находить квантовомеханические средние с помощью известных волновых функций;
- применять квазиклассическое приближение для оценки уровней энергии и вероятностей прохождения сквозь потенциальные барьеры;
- применять стационарную теорию возмущений для нахождения поправок к уровням энергии и волновым функциям;
- применять нестационарную теорию возмущений для нахождения вероятностей переходов между состояниями;
- решать задачи о нахождении состояний и энергетического спектра систем многих, в том числе тождественных, частиц;
- вычислять дифференциальные сечения рассеяния частиц различными потенциалами;
- определять возможность оптических переходов между состояниями систем зарядов и оценивать времена жизни возбужденных состояний.

владеть:

- культурой постановки задач квантовой механики;
- основными методами решения задач квантовой механики, в частности, о нахождении собственных функций и собственных значений операторов физических величин;
- навыками теоретического анализа, моделирования и оценок свойств реальных физических систем, обладающих как дискретным, так и непрерывным спектром.

Темы и разделы курса:**1. Волновая механика простых систем и теория рассеяния.**

Гипотеза квантов (фотонов), уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Импульс фотона и эффект Комптона. Волны де Бройля. Длина волны де Бройля для электрона. Плотность вероятности и амплитуда вероятности обнаружить частицу в заданной точке. Условие нормировки. Суперпозиция волн де Бройля (волновой пакет). Амплитуда вероятности и плотность вероятности обнаружить частицу с заданным импульсом. Волновая функция. Нормировка волновых функций на единицу и на дельта-функцию. Волна де Бройля и оператор импульса. Уравнение Шредингера. Стационарные состояния. Уравнение непрерывности для плотности вероятности и плотность тока вероятности для частицы. Одномерное финитное и инфинитное движение частицы. Принцип суперпозиции. Гамильтониан линейного гармонического осциллятора. Операторы рождения и уничтожения. Энергетический спектр линейного осциллятора. Построение собственных

функций линейного осциллятора в координатном представлении. Полиномы Эрмита. Разделение переменных в квантовой задаче двух тел. Сведение задачи двух тел к движению частицы с приведённой массой в центральном поле. Оператор орбитального момента частицы в координатном представлении. Сферические гармоники. Гамильтониан частицы в сферических координатах. Разделение переменных в центральном поле. Уравнение для радиальной функции. Гамильтониан водородоподобного атома. Атомная система единиц. Энергетический спектр и радиальные волновые функции стационарных состояний водородоподобного атома. Главное, радиальное, орбитальное и магнитное квантовые числа. Постановка задачи рассеяния. Упругое рассеяние. Амплитуда рассеяния. Сечение рассеяния. Функция Грина задачи рассеяния. Интегральное уравнение для задачи рассеяния. Приближение Борна. Метод парциальных волн. Фазы рассеяния. Резонансное рассеяние. Неупругое рассеяние. Оптическая теорема. Особенности рассеяния тождественных частиц.

2. Математические основы квантовой теории.

Состояния и наблюдаемые. Эрмитовы и линейные операторы. Разложение волновых функций по собственным функциям оператора физической величины. Амплитуды вероятности. Условия ортогональности для собственных функций операторов физических величин. Вычисление средних значений. Теория представлений. Векторы состояний и сопряжённые векторы состояний. Условие полноты собственных векторов оператора физической величины. Одновременно измеримые физические величины. Коммутаторы. Полный набор физических величин, описывающих квантовую систему. Соотношения неопределённости и когерентные состояния. Импульсное представление. Матричные представления: операторы-матрицы и векторы-столбцы. Унитарные преобразования векторов состояний и операторов. Матричная механика. Зависимость физических величин от времени. Оператор изменения физической величины во времени. Интегралы движения. Операторы изменения во времени координаты и импульса частицы в потенциальном поле. Коммутаторы и скобки Пуассона. Оператор эволюции. Представления Шредингера и Гейзенберга. Уравнение Гейзенберга для операторов физических величин. Пространственные сдвиги и оператор импульса. Повороты в пространстве и оператор углового момента. Орбитальный угловой момент частицы. Коммутационные соотношения для операторов углового момента. Система собственных векторов операторов углового момента. Спин частицы. Матрицы Паули.

3. Основы релятивистской квантовой теории.

Уравнение Клейна-Гордона. Уравнение Дирака. Градиентная инвариантность. Свободная релятивистская частица. Состояния с положительными и отрицательными энергиями. Частицы и античастицы. Уравнение Паули. Уравнение Шредингера во внешнем электромагнитном поле. Поправки второго порядка по v/c : поправка к кинетической энергии, поправка Дарвина, спин-орбитальное взаимодействие. Частица в магнитном поле. Уровни Ландау. Квантование свободного электромагнитного поля. Операторы рождения и уничтожения фотонов. Гамильтониан поля. Гамильтониан взаимодействия атома и поля. Электрическое дипольное излучение. Вероятность излучения и поглощения. Правила отбора для электрического дипольного излучения. Магнитное дипольное и электрическое квадрупольное излучения. Рассеяние фотонов.

4. Приближенные методы квантовой механики.

Условие применимости квазиклассического приближения. Вид волновой функции частицы в квазиклассическом приближении. Решения уравнения Шредингера в окрестности точки поворота. Условия квантования Бора-Зоммерфельда. Вероятность проникновения частицы через барьер в квазиклассическом приближении. Первое и второе приближения теории стационарных возмущений. Критерий применимости теории. Стационарное возмущение вырожденных уровней дискретного спектра. Волновые функции нулевого приближения. Секулярное уравнение. Эффект Штарка в атоме водорода. Нестационарное возмущение дискретного спектра. Переходы под влиянием возмущения, действующего в течение конечного времени. Адиабатические и внезапные возмущения. Переходы под действием периодического возмущения в дискретном и непрерывном спектрах. Правило Ферми. Распад квазистационарных состояний. Спин-орбитальное взаимодействие. Сложение моментов. Коэффициенты Клебша-Гордана. Полный угловой момент. Симметрии волновой функции тождественных частиц. Бозоны и фермионы. Детерминант Слэтера. Принцип Паули. Атом гелия. Координатные и спиновые функции двух электронов. Вариационный принцип, вычисление энергии основного состояния. Метод Хартри-Фока. Приближение центрального поля. Интегралы движения в сложных атомах. Термы. Правила Хунда. LS-связь. Тонкая структура уровней. Правило интервалов Ланде. Эффекты Зеемана и Пашена-Бака. Парамагнетизм и диамагнетизм атомов.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Когнитивная нейронаука

Цель дисциплины:

- познакомить студентов с нейронными основами когнитивной деятельности;
- обсудить теоретический и экспериментальный материал мировой современной нейронауки, нейробиологии и нейрофизиологии;
- рассмотреть нерешенные проблемы нейронауки;
- привести основные методы получения экспериментальных данных.

Задачи дисциплины:

- освоение методической и методологической базы когнитивной нейронауки;
- знакомство с основными результатами отечественных и зарубежных работ по исследованию мозга, связанных с разработкой проблем когнитивной нейронауки;
- формирование представлений о прикладном значении когнитивной нейронауки.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные структурные и функциональные характеристики нервных клеток;
- основные принципы строения и системной организации головного мозга;
- основные современные методы исследования нейрокогнитивных процессов;
- основные теории о нервных основах когнитивных функций;
- основные результаты современных экспериментальных разработок в области когнитивной нейронауки.

уметь:

- пользоваться своими знаниями для постановки новых задач в области когнитивной нейронауки;

- сопоставлять данные, полученные в разных экспериментальных исследованиях;
- проводить методологическую оценку обсуждаемых результатов;
- анализировать современные работы в области нейрокогнитивных наук;
- формулировать задачи и интерпретировать результаты нейрокогнитивных экспериментов;
- соотносить научные и технологические задачи в нейрокогнитивных исследованиях.

владеть:

- основами компьютерного анализа поведения и нейрокогнитивных процессов;
- навыками освоения большого объема информации;
- навыками нахождения необходимой нейробиологической информации в Интернете;
- навыками работы на нейробиологическом оборудовании;
- навыками работы с поведением животных;
- навыками анализа экспериментальных данных.

Темы и разделы курса:

1. Методы нейронаук.

Методы изучения активности отдельных нейронов. Регистрация импульсной активности нейронов. Мультиэлектродная регистрация. Регистрация метаболической и генетической активности нейронов. Стимуляция участков мозга. Локальные повреждения мозга. Генетически измененные животные. Неинвазивные методы изучения активности целого мозга. Электроэнцефалография. Связанные с событиями потенциалы. Магнитоэнцефалография. Позитронно-эмиссионная томография. Ядерная магнитная резонансная интроскопия. Принцип «вычитания» изображений в компьютерной томографии.

2. Коннектом мозга.

Основные отделы мозга человека: продолговатый мозг; задний мозг; средний мозг; промежуточный мозг; конечный мозг, мозжечок. Доли конечного мозга. Гиппокамп. Неокортекс. Структурно-функциональный подход. Структурные связи между зонами мозга. Функциональные связи между зонами мозга. Коннектом на клеточном уровне. Коннектом на макроуровне. Понятие пластичности. Пресинаптическая пластичность. Постсинаптическая пластичность. Сенситизация. Фасилитация. Долговременные потенцияция и депрессия. Активность NMDA-рецепторов.

3. Нейрон: свойства, строение, активность.

Нейрон как структурная и функциональная единица мозга. Электрические свойства живых клеток. Мембранный потенциал: мембрана, каналы, ионы. Потенциал действия, аксонный холмик. Процессы обратного распространения. ВПСП и ТПСП. Количество нейромедиаторов. Синтез нейромедиаторов. Квантовая теория синаптической передачи. Низкомолекулярные медиаторы. Нейропептиды. Растворимые газы. Площадь контакта,

величина активной зоны. Совмещение нейромедиаторов. Варианты коммуникаций между клетками. Диффузная передача сигнала. Модели спиловера. Особенности глиальных клеток. Типы глиальных клеток. Гормоны. Экспрессия генов. Транскрипция, трансляция. Исследования Алленовского института. Функции белков в нейронах. Синтез низкомолекулярных медиаторов. Синтез нейропептидов. Транспорт медиаторов. Антероградный и ретроградный транспорт. Высвобождение медиаторов: SNARE гипотеза. Удаление медиаторов. Рецепторы на мембране.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Кратные интегралы и теория поля

Цель дисциплины:

- формирование базовых знаний по математическому анализу для дальнейшего использования в других областях математического знания и дисциплинах естественнонаучного содержания;
- формирование математической культуры, исследовательских навыков и способности применять знания на практике.

Задачи дисциплины:

- формирование у обучающихся базовых знаний по математическому анализу;
- формирование общематематической культуры: умение логически мыслить, проводить доказательства основных утверждений, устанавливать логические связи между понятиями;
- формирование умений и навыков применять полученные знания для решения аналитических задач, самостоятельного анализа полученных результатов.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- определение и свойства тензоров и внешних форм, тензорные операции, тензорный закон преобразования координат;
- определение и основные свойства дифференциальных форм, криволинейных и поверхностных интегралов от форм, внешнего дифференциала формы, общую теорему Стокса;
- свойства ротора и дивергенции векторного поля, классические формулы Грина, Стокса и Остроградского – Гаусса; основные свойства функциональных рядов и несобственных интегралов, зависящих от параметров, теоремы о равномерной сходимости и аналитические свойства равномерно сходящихся рядов и интегралов;
- теорему о сходимости степенных рядов, теорему Коши – Адамара, свойства аналитических функций; теоремы о сходимости и равномерной сходимости рядов Фурье, теорему Фейера, теоремы Вейерштрасса о приближении функций многочленами; свойства преобразования Фурье;

- теорему обращения преобразования Фурье; определение, основные свойства и примеры обобщенных функций.

уметь:

- осуществлять основные операции с тензорами и внешними формами, вычислять их координаты; находить криволинейные и поверхностные интегралы от дифференциальных форм, вычислять внешний дифференциал, пользоваться формулой Стокса;

- находить дивергенцию и ротор векторного поля; исследовать функциональные ряды и несобственные интегралы, зависящие от параметров, на поточечную и равномерную сходимость;

- вычислять радиус сходимости степенного ряда, разлагать функцию в ряд Фурье и исследовать его сходимость, вычислять преобразование Фурье, находить производные обобщенных функций.

владеть:

- тензорной алгеброй для ее применения в анализе и физике, аппаратом дифференциальных форм, криволинейных и поверхностных интегралов и внешних производных и его приложениями в дифференциальных уравнениях и теоретической физике,

- теорией функциональных рядов и несобственных интегралов, гармоническим анализом и первыми понятиями теории обобщенных функций, их приложениями.

Темы и разделы курса:

1. Тензорная алгебра и векторный анализ.

Тензорные произведения линейных пространств. Универсальность тензорного умножения. Общие тензорные операции. Линейные отображения и полилинейные функции как примеры тензоров.

Тензоры типа (p, q) . Операции над тензорами. Тензорный закон преобразования координат.

Внешние формы. Внешнее умножение форм и его свойства.

Внешние формы в евклидовых пространствах. Скалярное умножение тензоров и внешних форм. Детерминант и объем ориентированного параллелепипеда.

Оператор Ходжа и его свойства.

Тензоры в физике и механике.

Криволинейные и поверхностные интегралы как интегралы от дифференциальных форм. Дифференциальные формы на кривых, поверхностях и в областях трехмерного евклидова пространства. Ограничение форм.

Интегрирование и внешнее дифференцирование форм. Формула Стокса.

Связь дифференциальных форм с векторными полями. Дивергенция и ротор, поток и циркуляция поля. Классические формулы Грина, Стокса и Остроградского – Гаусса.

2. Функциональные пространства и обобщенные функции.

Нормированные бесконечномерные пространства. Сходимость. Линейно независимые и полные системы.

Функциональные пространства и полные системы функций. Полные и неполные пространства.

Евклидовы пространства. Норма в евклидовом пространстве. Тождество параллелограмма.

Ортогональные системы. Ортогонализация.

Наилучшее приближение вектора евклидова пространства линейной комбинацией векторов ортогональной системы. Неравенство Бесселя. Полнота ортогональной системы. Равенство Парсеваля. Замкнутые ортогональные системы. Полные евклидовы пространства и свойства ортогональных систем в них. Изоморфизм евклидовых пространств.

Полнота системы алгебраических и тригонометрических многочленов в пространстве Q .

Пространство D . Обобщенные функции. Примеры. Регулярные и сингулярные обобщенные функции.

Производные обобщенных функций.

Пространство Шварца. Обобщенные функции умеренного роста. Преобразование Фурье обобщенных функций умеренного роста.

3. Функциональные ряды и несобственные интегралы, зависящие от параметров. Степенные ряды, ряды Фурье и преобразование Фурье.

Функциональные ряды. Поточечная и равномерная сходимость.

Признаки равномерной сходимости. Свойства равномерно сходящихся функциональных рядов.

Несобственные интегралы, зависящие от параметров. Поточечная и равномерная сходимость.

Признаки равномерной сходимости. Аналитические свойства равномерно сходящихся интегралов. В- и Г- функции.

Степенные ряды. Радиус сходимости. Формула Коши – Адамара. Аналитические функции.

Ряды Фурье. Теоремы о сходимости рядов Фурье. Теорема Фейера.

Теоремы Вейерштрасса о приближении непрерывных функций многочленами.

Преобразование Фурье. Формула обращения. Свойства преобразования Фурье.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Лабораторный практикум по нано-, био-, информационным и когнитивным технологиям

Цель дисциплины:

-ознакомить студентов с экспериментальными методами исследования структуры, состава и свойств сложных физических и биологических систем путем проведения измерений на современном оборудовании Ресурсных центров Курчатовского комплекса НБИКС-технологий Национального исследовательского центра «Курчатовский институт».

Задачи дисциплины:

- освоение техники проведения измерений;
- обработки результатов и анализа полученных данных в следующих экспериментальных методах: рентгеновская дифракция, рентгено-флуоресцентный анализ;
- просвечивающая электронная микроскопия, растровая электронная микроскопия, дифференциальная сканирующая калориметрия, определение гидрофильности и гидрофобности поверхности.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные положения разделов общей физики – классической механики, термодинамики и молекулярной физики;
- классической электродинамики, оптики, атомной и ядерной физики;
- базовые принципы квантовой механики;
- основы неорганической и биоорганической химии.

уметь:

- проводить измерения и обрабатывать их результаты;
- устанавливать связи между наблюдаемыми явлениями и математическими моделями, описывающими эти явления.

владеть:

- математическими методами обработки результатов измерений.

Темы и разделы курса:**1. Рентгеноструктурный анализ поликристаллических образцов.**

Дифракция рентгеновских лучей. Формула Брэгга. Минимальная длина атомной решетки, которая может быть разрешена методом дифракции при фиксированной длине волны рентгеновского излучения. Рефлексы, порядок рефлекса. Типы кристаллических решеток. Роль толщины кристалла в определении параметра решетки. Устройство рентгеновского дифрактометра Bruker 8 Advance.

2. Рентгено-флуоресцентный анализ.

Принципы рентгено-флуоресцентного анализа. Спектры излучения известных элементов (Mg, Al, Cu, W, Pb, Bi) и диаграммы Мозли. Определение неизвестных элементов в образцах (качественный анализ). Устройство рентгеновского флуоресцентного спектрометра S4 Pioneer фирмы Bruker AXS, предназначенного для определения элементного состава различных материалов. Качественный и количественный элементный анализ всех элементов от углерода до урана в пробах, находящихся в порошкообразном, твердом и жидком состояниях.

3. Просвечивающая электронная микроскопия.

Дифракционный предел. Дифракция электронов на кристаллической решетке. Теоретические основы просвечивающей электронной микроскопии. Компоненты просвечивающего электронного микроскопа (ПЭМ). Методы подготовки образцов для измерений на ПЭМ. Информация об образце, извлекаемая из полученных экспериментальных данных. Режимы работы ПЭМ, формирование контраста. Методы визуализации. Устройство электронно-ионного микроскопа Helios.

4. Растровая электронная микроскопия.

Назначение растрового электронного микроскопа (РЭМ). Пространственное разрешение, диапазон увеличений РЭМ. Принципы работы и схема РЭМ. Виды взаимодействий электронов с веществом, генерирующие различные сигналы, содержащие информацию о топографии и материале образца. Режимы работы и регистрация изображений в РЭМ. Подготовка образцов для работы с РЭМ. Устройство и характеристики современного микроскопа просвечивающего растрового электронного Titan 80-300.

5. Дифференциальная сканирующая калориметрия: исследование тепловых эффектов, сопровождающих фазовые и релаксационные переходы.

Виды термического анализа вещества: дифференциальный термический анализ (ДТА), дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК), термогравиметрический анализ (ТГА), термомеханический анализ (ТМА). Характеристики вещества, которые можно измерять с помощью различных видов термического анализа. Условия, при которых реализуются виды термического анализа. Устройство дифференциального сканирующего калориметра Perkin Elmer DSC 8500.

6. Изучение параметров гидрофильности и гидрофобности поверхности.

Процессы, происходящие на поверхности твердых тел. Гидрофильные и гидрофобные материалы. Иммерсионное и контактное смачивание поверхности. Поверхностное натяжение. Краевой угол смачивания поверхности, методы его измерения. Определение краевых углов смачивания с помощью системы анализа формы капли KRUSS DSA30E. Методы оценки формы капли.

7. СКВИД-магнитометр.

Знакомство с устройством и принципом работы СКВИД-магнитометра

8. Система измерения характеристик полупроводников Keithley 4200.

Изучение статических характеристик биполярного транзистора

9. Дифференциальный сканирующий калориметр Perkin Elmer DSC 8500.

Дифференциальная сканирующая калориметрия: исследование тепловых эффектов, сопровождающих фазовые и релаксационные переходы

10. ИК-Фурье спектрометр Nicolet iS5.

Изучение состава и структуры полимерных материалов методом ИК-спектроскопии

11. ЯМР спектрометр.

Определение динамической структуры белка методом ЯМР спектроскопии

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Линейная алгебра

Цель дисциплины:

- освоение студентами фундаментальных знаний в области линейной алгебры и аналитической геометрии, изучение способов решения задач методами линейной алгебры и аналитической геометрии.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний в области линейной алгебры и аналитической геометрии как дисциплины, интегрирующей общематематическую подготовку прикладных математиков и физиков и обеспечивающей технологические основы современных инновационных сфер деятельности;
- обучение студентов принципам применения основных понятий линейной алгебры.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основы теории линейных пространств, определения и свойства подпространств, их базисов, суммы и пересечения, метод Гаусса решения систем линейных уравнений, свойства сложения и умножения матриц, определение и свойства ранга и определителя матрицы, свойства комплексных чисел;
- определение линейного отображения, свойства его ядра и образа, определение и свойства собственных значений, собственных и корневых векторов, теорему о жордановой форме оператора, определение и свойства билинейных и квадратичных форм;
- теорему о каноническом виде квадратичной формы, закон инерции, определение знакоопределенной и знакопеременной формы, критерий Сильвестра;
- определение евклидова пространства, основы многомерной евклидовой геометрии, свойства самосопряженных, унитарных и ортогональных операторов, свойства билинейных и квадратичных форм в евклидовых пространствах.

уметь:

- решать системы линейных уравнений, находить базисы и размерности подпространств, их сумм и пересечений, выписывать матрицу линейного оператора, находить собственные значения и собственные векторы;
- приводить матрицу оператора к жордановой форме, находить канонический вид квадратичной формы, исследовать форму на знакоопределенность;
- определять канонический вид ортогонального, унитарного и самосопряженного оператора, приводить квадратичную форму к главным осям ортогональным преобразованием.

владеть:

- аппаратом матриц и линейных уравнений и его приложениями;
- методами теории линейных операторов и квадратичных форм.

Темы и разделы курса:

1. Аналитическая геометрия и векторная алгебра.

Основные понятия линейной алгебры и аналитической геометрии. Система координат, координатное пространство.

2. Билинейные и полуторалинейные формы.

Билинейные и квадратичные формы. Симметричные, кососимметричные и эрмитовы формы. Ортогональность в смысле форм. Ядро и невырожденность (косо)симметричной формы. Разложение пространства в прямую сумму подпространств, ортогональных в смысле форм. Метод Лагранжа приведения к сумме квадратов. Теорема Якоби. Положительно и отрицательно определенные формы. Критерий Сильвестра.

3. Билинейные и полуторалинейные формы в евклидовых пространствах.

Билинейные и квадратичные формы в евклидовых пространствах. Приведение к каноническому и нормальному видам пары форм, одна из которых знакоопределённая.

Главные оси и собственные числа.

4. Евклидовы и унитарные пространства.

Евклидовы пространства. Определение и примеры. Неравенства Коши--Буняковского и треугольника. Ортонормированные базисы. Ортогонализация Грама--Шмидта. Подпространства и ортогональные дополнения. Изоморфизм евклидовых пространств. Матрица Грама. Объём n -мерного параллелепипеда. Унитарные пространства. Билинейные, полуторалинейные и эрмитовы формы. Эрмитово скалярное произведение. Подпространства и ортогональные дополнения.

5. Кривые второго порядка на плоскости.

Квадратичная форма кривой второго порядка. Приведение формы к каноническому виду. Классификация кривых второго порядка. Эллиптический, гиперболический и параболический случаи.

6. Линейные отображения линейных пространств.

Линейные операторы, определение и свойства. Ядро и образ. Ядро и образ оператора. Матрица оператора, ее изменение при замене базисов. Изоморфизм линейных пространств. Линейные операции над отображениями, композиция (произведение) операторов. Линейные операторы, действующие в одном пространстве.

Характеристический многочлен. Характеристическое уравнение, собственные числа и собственные векторы. Условия приведения матрицы оператора к диагональному виду. Аннулирующие многочлены. Теорема Гамильтона--Кэли.

7. Линейные пространства.

Линейные подпространства, примеры и свойства. Пересечение и сумма подпространств, их свойства. Прямая сумма подпространств. Теорема о размерности суммы двух подпространств.

8. Матрицы и системы линейных уравнений.

Матрицы и векторы. Сложение и умножение на число, свойства линейных операций. Линейная зависимость матриц. Умножение матриц, его свойства. Матричная запись системы линейных уравнений.

9. Операторы в евклидовых и унитарных пространствах.

Сопряженный оператор и его свойства. Самосопряжённые операторы. Собственные значения и собственные векторы самосопряжённых операторов.

Приведение матрицы самосопряжённого оператора к диагональному виду.

Ортогональные и унитарные преобразования. Собственные значения и собственные векторы ортогональных и унитарных преобразований.

Канонический вид матриц ортогональных и унитарных преобразований.

10. Поверхности второго порядка в пространстве.

Квадратичная форма поверхности второго порядка. Приведение формы к каноническому виду. Классификация поверхностей второго порядка.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Математические задачи теории наноструктур

Цель дисциплины:

- освоение методов нахождения асимптотических решений уравнений низкоразмерных структур уравнений квантовой механики в искривленных квантовых волноводах типа тонких трубок и пленок, в графене, а также близких задач гидродинамики и оптики.

Задачи дисциплины:

- освоение методов теории функций от некоммутирующих операторов и их применения в адиабатическом приближении;

- применение методов предыдущего пункта для вывода эффективных (редуцированных) уравнений задач низкоразмерных структур квантовой и волновой механики;

- освоение асимптотических и геометрических методов построения быстроменяющихся асимптотических решений уравнений квантовой механики, в том числе в тонких трубках и пленках, уравнения Дирака для графена и близких уравнениях гидродинамики и оптики.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

Постановки задач для уравнений квантовой механики в низкоразмерных структурах (квантовых волноводах и графене) и близких линейных задач гидродинамики и оптики. Определения асимптотических решений уравнений эволюционных и стационарных уравнений математической физики. Определения функций от некоммутирующих операторов, псевдодифференциальных операторов с параметром, определения символов дифференциальных и псевдодифференциальных операторов. Метод ВКБ и лучевые разложения. Адиабатическое приближение в операторной форме. Геометрические и топологические объекты, возникающие при построении быстроменяющихся асимптотик-лагранжевы многообразия в фазовых пространствах, индексы Маслова и Морса. Определение канонического оператора Маслова. Условия квантования Бора-Зоммерфельда в многомерных задачах и его связь со спектром операторов квантовой механики.

уметь:

Работать с простейшими формулами теории функций от некоммутирующих операторов - вычислять символы произведения, обратного оператора. Проводить редукцию (процедуру понижения размерности) в задачах с низкоразмерными структурами. Находить асимптотические быстроменяющиеся решения уравнений квантовой механики низкоразмерных структур и близкие асимптотические решения гидродинамики и оптики следующих задач. Для эволюционных уравнений: находить асимптотические решения задачи Коши с начальными условиями в виде быстроосциллирующих волновых пакетов и в виде быстроубывающих функций. Для стационарных задач находить квазиклассические спектральные серии (асимптотические собственные значения и функции) квантово-механических операторов и асимптотику задач рассеяния. Находить представления асимптотических решений в окрестности простейших фокальных точек и каустик.

владеть:

Элементарными конструктивными формулами теории функций от некоммутирующих операторов. Квазиклассическим приближением и его обобщениями в многомерной ситуации для построения быстроизменяющихся решений эволюционных и стационарных задач уравнений квантовой механики и близких линейных задач гидродинамики и оптики.

Темы и разделы курса:

1. Адиабатическое приближение в операторной форме и понижение размерности в задачах физики наноструктур.

Матричные псевдодифференциальные операторы и уравнения. Матричные псевдодифференциальные операторы и уравнения с операторно-значными символами. Примеры из физики низкоразмерных структур и гидродинамики «Операторное разделение переменных» и адиабатическое приближение.

Эффективные Гамильтонианы и термы. Подстановка Пайерлса и редукция к эффективным

уравнениям меньшей размерности. Метод Борна-Оппенгеймера. Понижение размерности

уравнения Дирака для графена. Вывод эффективного одномерного уравнения для двумерного

квантового волновода переменной ширины. Восстановление решения исходного уравнения

по решению редуцированного.

2. Асимптотика волновых пакетов и волновых пучков. Формула Ван Флека.

Общая схема решения задачи Коши с помощью канонического оператора. Асимптотика волновых пакетов. Обобщенная формула Ван Флека. Трехмерное волновое уравнение для

волновых пучков и его обобщения с учетом дисперсии. Бесселевы, Эйри- Бесселевы пучки и их обобщения.

3. Асимптотики решения дифференциальных и псевдодифференциальных уравнений с помощью канонического оператора Маслова.

Общая схема решения задачи Коши. Асимптотика решения задачи Коши для одномерного

нестационарного уравнения Шредингера и других (псевдо) дифференциальных уравнений

(линеаризованного уравнения Кортевега-де Вриза и уравнений поверхностных волн с начальными с начальным условием в виде (а) ВКБ- волнового пакета, (б) начального условия

в виде пространственно локализованной функции (формула типа формулы Ван Флека), (в)

функции Эйри (решение Берри-Балажа). Инвариантные лагранжевы кривые и решения стационарных одномерных задач. Одномерная задача рассеяния в квазиклассическом приближении. Квазиклассические асимптотики для связанных состояний. Переменные действие-угол. Классификация классических финитных движений с помощью графа Рибба.

Условие квантования Бора-Зоммерфельда и асимптотика спектра (псевдо) дифференциальных операторов в одномерном случае. Периодическая задача для уравнения Шредингера и асимптотика блоховских функций.

4. Асимптотики решения задачи о распространении волновых пакетов, задачи рассеяния и спектральных задач в нанотрубках и графене. Фаза Берри.

Асимптотика решения задачи о распространении волновых пакетов в тонких квантовых волноводах (нанотрубках). Задача рассеяния и отражение плоской волны от зауженного конца нано-трубки. Ловушечные моды в нанотрубках и графене. Баллистический транспорт в

нанотрубках. Трехмерный квантовый волновод в магнитном поле: редуцированное уравнение на оси трубки и спектр исходного оператора Шредингера

5. Волны и вихри малой амплитуды на мелкой воде.

Линейная система уравнений мелкой воды и редукция к уравнениям для волновых и вихревых

решений. Обобщенный канонический оператор Маслова и локализованные функции с

параметром. Метаморфоза решения, распространение волн. Пространственно-временные каустики. Образование захваченных волн. Фокальные точки и вихри.

6. Индекс и канонический оператор Маслова в многомерном случае. Условие квантования Бора-Зоммерфельда в многомерном случае.

Индексы Маслова и Морса в многомерном случае. Определение канонического оператора в

многомерном случае. Инвариантность определения канонического оператора и условие квантования Бора-Зоммерфельда. Замены переменных в каноническом операторе.

Примеры построения канонического оператора. Лагранжевы многообразия отвечающие

функции Бесселя. Интегральные представления волновых функций в окрестности

фокальных точек каустик и специальные функции. Функции Эйри и Пирси. Элементы теории катастроф и лагранжевы сингулярности. Формула Фока соответствия канонических преобразований и унитарных операторов в квантовой и волновой механики.

7. Классическая и квантовая динамика спина в нанотрубках. Фаза Берри.

Асимптотика волновой функции в тонких квантовых волноводах (нанотрубках) в магнитном

поле для эволюционных и стационарных задач в векторном случае. Уравнение Паули-

Брычкова-Рашбы в нанотрубках, редукция на ось трубки. Фаза Берри и эффект

Аронова-Бома в замкнутых нанотрубках. Перенормировка эффективного гамильтониана и

явление пересечения термов. Переворот спина и спиновый диод.

8. Лагранжевы многообразия и их свойства в многомерном случае.

Элементы симплектической геометрии. Определение лагранжевых многообразий в фазовом

пространстве, функции на них (действие, якобианы, амплитуды) и их свойства. Примеры

лагранжевых многообразий, лагранжевы сингулярности, фокальные точки и каустики.

9. Лагранжевы многообразия и канонический оператор Маслова в одномерном случае.

Определение лагранжева многообразия. ВКБ-решения в импульсном представлении.

Действие, якобианы, амплитуда, карты и разбиение единицы на лагранжевом многообразии (кривой). Согласование ВКБ-асимптотических представлений и индекс Маслова. Определение и примеры вычисления индекса Маслова. Определение канонического оператора Маслова. Инвариантность определения канонического оператора условие

квантования Ора-Зоммерфельда. Канонический оператор Маслова в окрестности фокальных точек и функция Эйри.

10. Математические постановки задач квантовой механики низкоразмерных структур.

Уравнения квантовой механики в волноводах. Жесткие и мягкие стенки.

Разделение переменных и уменьшение размерности для прямолинейных волноводов и безмассового уравнения Дирака для графена в специальных случаях.

11. Метод ВКБ для уравнений квантовой механики.

Плоские волны и ВКБ-анзац. Вывод уравнений Гамильтона–Якоби и переноса.

Интегрирование уравнений Гамильтона–Якоби и переноса с помощью системы Гамильтона.

Канонические преобразования. Геометрическая интерпретация и понятие лагранжева многообразия. Якобиан перехода от лагранжевых координат к эйлеровым. Фокальные точки.

Примеры решений уравнений гамильтона и переноса. ВКБ-асимптотические решения нестационарного уравнения Шредингера для одномерного Гармонического осциллятора.

Шредингера. Точные решения с квадратичной фазой, их комплексификация

и «регуляризованная» функция Грина. Функция Грина и преобразование Фурье. Обход фокуса и индексы Морса и Маслова. Метод стационарной фазы в одномерном случае.

Преобразование Фурье от ВКБ-решения, связанного с лагранжевым многообразием.

12. Стационарные задачи. Асимптотики задач рассеяния и функция Грина. Связные состояния в nano пленках и графене.

Инвариантные лагранжевы многообразия и стационарные задачи. Асимптотики решен задачи

рассеяния и функции Грина для уравнения Шредингера. Асимптотики решения задачи рассеяния и функции Грина для уравнения Дирака для графена. Фаза Берри в многомерной ситуации. Связные состояния и торы Лиувилля.

Вполне интегрируемые гамильтоновы системы, переменные действие угол и торы Лиувилля. Канонический оператор на компактных многообразиях, квазимоды, условие квантования Бора-Зоммерфельда и асимптотика спектральных серий. Спектр квантовых волноводов типа нанопленок в скалярном и векторном случаях. Связные состояния в графене

13. Функции от некоммутирующих операторов и псевдодифференциальные уравнения.

Функции от некоммутирующих операторов -псевдодифференциальные операторы (ПДО)

с параметром и их символы. Упорядочение действия операторов дифференцирования и умножения на независимые переменные. Определения через ряды Тейлора и преобразование

Фурье. Квантование символов по Фейнману-Маслову и Вейлю. Азбука

псевдодифференциальных операторов. Формула символа произведения. Формула

коммутации ПДО с быстроосциллирующей экспонентой Формула коммутации ПДО и канонического оператора Маслова.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Многомерный анализ, интегралы и ряды

Цель дисциплины:

- обучение основам математического анализа для формирования у студентов представления о математике как особом методе познания природы, осознания общности математических понятий и моделей, приобретения навыков логического мышления и оперирования абстрактными математическими объектами; воспитание высокой математической культуры.

Задачи дисциплины:

- добиться четкого, ясного понимания основных объектов исследования и понятий анализа;
- продемонстрировать возможности методов анализа для решения задач фундаментальной и прикладной математики;
- привить точность и обстоятельность аргументации в математических рассуждениях;
- сформировать высокий уровень математической культуры, достаточный для понимания и усвоения последующих курсов по непрерывной и дискретной математике;
- способствовать: подготовке к ведению исследовательской деятельности (в частности, для написания курсовой и выпускной квалификационной работ) в областях, использующих математические методы; созданию и использованию математических моделей процессов и объектов; разработке эффективных математических методов решения задач естествознания, техники, экономики и управления;
- развивать умение самостоятельной работы с учебными пособиями и другой научной и математической литературой.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные свойства отображений метрических пространств, линейных нормированных пространств;
- признаки сходимости числовых рядов и несобственных интегралов;
- условия дифференцируемости функций многих переменных, существование и дифференцируемость обратного отображения;

- достаточные условия существования экстремума на гладких поверхностях;
- условия существования кратного интеграла, замену переменных в кратном интеграле и методы сведения кратного интеграла к повторному.

уметь:

- исследовать свойства отображений метрических пространств;
- дифференцировать функцию многих переменных;
- исследовать сходимость числовых рядов и несобственных интегралов;
- находить экстремумы функции многих переменных, вычислять кратные интегралы.

владеть:

- основными определениями сходимости интегралов и рядов;
- дифференцируемости функции многих переменных;
- навыками представления функции формулой Тейлора;
- методами поиска экстремума функции многих переменных;
- навыками сведения кратного интеграла к повторному.

Темы и разделы курса:

1. Дифференцируемое отображение конечномерных нормированных пространств.

Дается определение дифференцируемых отображений, вводится понятие полных производных, дифференциала. Рассматриваются достаточные условия дифференцируемости, условия существования и дифференцируемости обратного отображения, условия существования и дифференцируемости неявного отображения. Выводится формула Тейлора для функции многих переменных. Рассматриваются вопросы экстремума функции на гладких поверхностях в конечномерных нормированных пространствах.

2. Кратные интегралы.

Формулируется понятие n -того объема. Дается определение n -кратного интеграла и формулируются достаточные и необходимые условия интегрируемости по Риману функции многих переменных. Рассматриваются свойства n -кратного интеграла. Доказывается теорема о сведении кратного интеграла к повторному. Доказывается теорема о замене переменных в n -кратном интеграле.

3. Метрические и конечномерные линейные нормированные пространства.

Рассматриваются такие фундаментальные понятия как компактность, полнота, норма. Непрерывность и равномерная непрерывность отображения метрических и нормированных конечномерных пространств.

4. Несобственные интегралы.

Вводится понятие несобственного интеграла, дается определение сходимости несобственного интеграла, рассматриваются необходимые и достаточные условия абсолютной и условной сходимости интегралов.

5. Числовые ряды.

Рассматриваются понятия числового ряда, способы суммирования рядов, достаточное и необходимое условие сходимости рядов.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Многоуровневое квантовомеханическое моделирование физических систем

Цель дисциплины:

- ознакомление студентов с современными подходами к описанию систем многих частиц основанными, в большей части, на квантово-механическом рассмотрении таких систем, а также классическом рассмотрении систем в случаях, когда последние применимы. Системы многих частиц включают разнообразные объекты. Это атомы, молекулы, включая биомолекулы, нано-кластеры и нано-структуры. При этом, описание таких структур на атомистическом уровне включает как описание собственно структур, так и описание взаимодействия между ними, например, взаимодействия поверхности с веществом. Системы многих частиц будут рассматриваться, в большинстве случаев, как системы находящиеся в стационарных состояниях, а динамическому описанию будет уделена небольшая часть курса.

Задачи дисциплины:

- научить студентов, исходя из микроскопической модели строения вещества, пользуясь квантово-механическими методами, рассчитывать физико-химические свойства систем многих частиц, например, энергетические характеристики, спектроскопические, энтальпии образования, электростатический потенциал и другие.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- приближения, позволяющие разделять ядерные и электронные переменные в уравнение Шрёдингера, область их применимости, колебания и вращения систем многих частиц;
- представление многоэлектронных антисимметричных волновых функции рядами по детерминантам Слэтера, функционал энергии многоэлектронной системы;
- вариационный принцип в нерелятивистской квантовой механике, уравнение Хартри-Фока, Хартри и метод самосогласованного поля, принцип заполнения орбиталей электронами, теореме Купманса;
- классификацию электронных состояний молекулярных систем, и их электронных оболочек, корреляционные свойства полной волновой функции и орбиталей;

- правила Слэтера вычисления матричных элементов между детерминантами, теорему Бриллюэна;
- многоконфигурационные волновые функции, натуральные орбитали, определение корреляционной энергии, описание Фермиевской дырки, статическую и динамическую корреляцию;
- метод конфигурационного взаимодействия, многоконфигурационный метод самосогласованного поля, теорию возмущений Мёллера-Плессета;
- теорию функционала плотности, теорему и вариационный принцип Хохэнберга-Кона, уравнение Кона-Шама, приближение локальной плотности и известные функционалы;
- одно и двухэлектронную функцию плотности, представление функционала энергии через функции плотности, анализ заселённости молекулярных орбиталей;
- приближение линейной комбинации атомных орбиталей, включая полноту наборов базисных функций и сходимость к точным решениям;
- типы базисных функций для неэмпирических расчётов, их классификацию, наборы атомных базисных функций, часто используемые в неэмпирических расчётах, базисную суперпозиционную ошибку и методы её коррекции;
- метод псевдопотенциала, теорему Гельмана-Феймана, теорему вириала;
- вычислительную сложность неэмпирических методов, теорию ССП итераций и методы ускорения их сходимости;
- методы оптимизации геометрии молекулярных систем;
- вычисление собственных значений матриц степенным методом, методом обратных итераций со сдвигом, методом итераций с отношением Релея, методом ортогонального проектирования, методами подпространства Крылова.

уметь:

- оценивать возможность применения адиабатического приближения и приближения Борна-Оппенгеймера при описании многоэлектронных систем;
- оценивать возможности теоретического исследования многоэлектронных систем различными квантовомеханическими и полуэмпирическими методами;
- оценивать необходимость применения многоконфигурационных волновых функций для описания многоэлектронных систем;
- использовать теорему Купманса для оценки потенциалов ионизации многоэлектронных систем.

владеть:

- основными методами теории электронной структуры систем многих частиц

- методом Хартри-Фока, методами теории функционала плотности, методом конфигурационного взаимодействия, многоконfigurационным методом самосогласованного поля, методами теории возмущений;

- методами молекулярной динамики, описывающими динамику поведения систем многих частиц.

Темы и разделы курса:

1. Другие приближения и методы, необходимые для описания многоэлектронных систем.

Одно- и двухэлектронная функция плотности. Бесспиновые функции плотности. Выражение средних значений операторов через электронные функции плотности. Представление функционала энергии через одно- и двухэлектронные функции плотности. Электронные функции плотности для однодетерминантной волновой функции, включая случай замкнутых оболочек. Анализ заселённости молекулярных орбиталей.

Приближение линейной комбинации атомных орбиталей (ЛКАО). Полнота наборов базисных функций в пространствах Гильберта и Соболева и сходимости к точным решениям. Метод Хартри-Фока для замкнутой и открытой оболочки в приближении ЛКАО. Неограниченный метод Хартри-Фока.

Типы базисных функций для неэмпирических расчётов многоэлектронных систем. Классификация наборов базисных функций. Базисные функции гауссова типа. Поляризационные, диффузные и присоединённые функции. Примеры наборов базисных функций разных типов. Атомные базисные функции часто используемые в расчётах.

Базисная суперпозиционная ошибка и методы её коррекции. Метод псевдопотенциала. Теорема Гельмана-Феймана. Теорема вириала. Полуэмпирические методы. Точность и надёжность квантово-механических методов. Методы молекулярной механики. Методы молекулярной динамики.

2. Описание многоэлектронных систем в рамках метода Хартри-Фока.

Вариационный принцип в нерелятивистской квантовой механике и метод неопределённых множителей Лагранжа. Уравнение Хартри-Фока и Хартри. Метод самосогласованного поля.

Принцип заполнения орбиталей электронами. Теорема Купманса. Классификация молекулярных орбиталей. Электронные состояния молекул. Электронные оболочки атомов и молекул. Волновые функции системы для состояний с замкнутыми и открытыми оболочками. Уравнение Хартри-Фока для состояний с замкнутыми оболочками. Ограниченный и неограниченный методы Хартри-Фока. Локализованные МО и принципы их локализации. Виртуальные орбитали в методе Хартри-Фока и их физический смысл. Корреляционные свойства полной волновой функции, молекулярных орбиталей и орбитальных энергий. Многоэлектронные спиновые волновые функции.

3. Описание многоэлектронных систем корреляционными методами.

Правила Слэтера вычисления матричных элементов между детерминантными волновыми функциями. Теорема Бриллюэна. Многоконфигурационные (многодетерминантные) волновые функции и размерность конфигурационного пространства. Натуральные орбитали. Корреляционная энергия. Фермиевская дырка. Статическая и динамическая корреляции. Метод конфигурационного взаимодействия и его вычислительная схема. Многоконфигурационный метод самосогласованного поля. Теория возмущений Мёллера-Плессетта.

Модель Томаса-Ферми. Теория функционала плотности, теорема и вариационный принцип Хохэнберга-Кона, уравнение Кона-Шама, приближение локальной плотности и известные функционалы.

Неэмпирические композитные методы. Теоретическая термохимия.

4. Основные положения квантово-механического описания систем многих частиц.

Адиабатическое приближение и приближение Борна-Оппенгеймера, их применимость. Выход за рамки адиабатического приближения. Колебания и вращения двух- и многоатомных молекул.

Многоэлектронные антисимметричные волновые функции. Одноэлектронные волновые функции. Матричные элементы одно- и двухэлектронных операторов. Функционал энергии многоэлектронной системы.

5. Основные численные методы неэмпирических вычислений.

Вычислительная сложность неэмпирических методов. Теория ССП итераций. Метод динамического сдвига уровней. Оптимизация геометрии молекулярных систем. Преобразование двухэлектронных интегралов из базиса АО в базис МО. Экстраполяция в итерационных методах. Линейные и линейные проекционные методы экстраполяции. Вычисление двух-электронных отталкивательных интегралов с сгруппированными гауссовыми функциями.

Собственные значения и собственные векторы матриц. Приведение обобщённой задачи на собственные значения к задаче на собственные значения матрицы с использованием унитарного (ортогонального) разложения и преобразования Холецкого. Вычисление собственных значений матриц степенным методом, методом обратных итераций со сдвигом, методом итераций с отношением Релея, методом ортогонального проектирования. Метод исчерпывания для вычисления всех собственных значений. Методы подпространства Крылова и обзор современных итерационных методов нахождения экстремальных собственных значений симметричных матриц большой размерности.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Молекулярная биология

Цель дисциплины:

- освоение студентами фундаментальных знаний в области молекулярной биологии, изучение механизмов передачи и реализации наследственной информации в живых системах, основных методов проведения молекулярно-биологических исследований, а также аспектов их практического применения.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний в области молекулярной биологии как дисциплины, интегрирующей общую биологическую и химическую подготовку физиков и обеспечивающей технологические основы современной инновационной деятельности в области биотехнологии и биоинженерии;
- обучение студентов принципам функционирования биологических систем на молекулярном уровне, исследования и создания молекулярно-биологических систем, выявление особенностей их структуры и функционирования;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области молекулярной биологии в рамках выпускных работ на степень магистра.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- место и роль общих вопросов молекулярной биологии в научных исследованиях;
- современные проблемы биологии, генетики, клеточной и молекулярной биологии;
- современные модели основных биологических процессов и явлений и их приложения;
- принципы строения и функционирования клетки на молекулярном уровне;
- современные модели и представления об основных процессах и механизмах реализации генетической информации в клетках прокариот и эукариот;
- основные принципы регуляции реализации генетической информации в живых клетках;
- механизмы основных генетических процессов: репликации, транскрипции и трансляции;
- новейшие открытия биохимии, генетики и молекулярной биологии;

- постановку проблем в области проведения биохимических и молекулярно-биологических исследований;
- о взаимосвязях и фундаментальном единстве естественных наук.

уметь:

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и подходов современной молекулярной биологии;
- работать с современными источниками информации по молекулярно-биологической проблематике;
- планировать оптимальное проведение эксперимента.

владеть:

- актуальной научной картиной мира;
- основными теоретическими концепциями и экспериментальными подходами в современной молекулярной биологии;
- навыками самостоятельной работы по освоению современных научных знаний в области молекулярной биологии;
- сведениями об актуальных биологических исследованиях.

Темы и разделы курса:

1. Биосинтез белка. Рибосомы.

Структура рибосом. Локализация рибосом в клетке. Прокариотический и эукариотический типы рибосом; 70S и 80S рибосомы. Морфология рибосом. Подразделение на субчастицы (субъединицы); диссоциация. Тонкая морфология субчастиц. Рибосомные белки: разнообразие, разделение, номенклатура, особенности структуры. Разборка («раздевание») субчастиц и самосборка. Структура рибосомных РНК. Вторичная структура: формирование коротких двойных спиралей за счет взаимодействия смежных участков внутри цепи. А-форма двойной спирали РНК. Принцип комплементарности и отклонения от него. «Дефекты» коротких двойных спиралей и отклонения от двуспиральной структуры. «Гетралупы». Псевдоузлы. Тройные взаимодействия. Третичная структура: компактное сворачивание полирибонуклеотидной цепи, дальние комплементарные взаимодействия, спираль-спиральные взаимодействия, формирование крупных доменов.

Эпцикл трансляции: инициация, элонгация и терминация. Полирибосома. Сопряженная транскрипция-трансляция у прокариот. Рабочий элонгационный цикл рибосомы; три основных этапа цикла. Локализация функциональных центров рибосомы. А, Р и Е участки связывания тРНК. Полярность считывания матрицы (мРНК) в ходе трансляции.

Элонгация трансляции: Участие факторов элонгации EF1 (EF-Tu) в связывании аминоацил-тРНК с рибосомой. Структура EF1 (EF-Tu), его взаимодействия с ГТФ и ГДФ и его структурные переходы («закрытая» и «открытая» конформации). Связывание аминоацил-тРНК комплексом EF1 (EF-Tu) с ГТФ, образование тройственного комплекса. EF1 (EF-Tu) как катализатор этапа связывания аминоацил-тРНК. Роль гидролиза ГТФ в процессе связывания. Фактор элонгации EF1B (EF-Ts), его функция, последовательность реакций с его участием.

Транспептидация. Химия реакции. Пептидил-трансферазный центр большой рибосомной субчастицы; рибозимный катализ. Тетраэдрический интермедиат реакции транспептидации, стереохимия его образования и распада.

Транслокация: Участие фактора элонгации EF2 (EF-G) с ГТФ. Доменная структура EF-G; особенности домена IV. «Молекулярная мимикрия» (сходство EF-G с комплексом EF-Tu:Aa-tRNA. «Энзиматическая» и «неэнзиматическая» (бесфакторная) транслокация. Основные следствия открытия бесфакторной транслокации: транслокация как свойство рибосомы, термодинамическая спонтанность транслокации, каталитическая функция EF-G, зависимость конформационного катализа от ГТФ.

Инициация трансляции у прокариот: Функциональное назначение инициации трансляции. Участники процесса инициации. Основные этапы процесса инициации. Инициация трансляции у прокариот: факторы инициации, инициаторные кодоны, 3'-конец РНК малой рибосомной субчастицы и последовательность Шайна- Дальгарно в мРНК; «сила» мРНК. Независимая инициация и трансляционное сопряжение (индуцированная инициация и скольжение-реинициация) на полицистронных мРНК прокариот.

Терминация трансляции: Терминирующие кодоны. Белковые факторы терминации прокариот и эукариот; два класса факторов терминации. Узнавание терминирующего кодона фактором терминации 1-го класса в А-участке рибосомы. Индукция гидролиза сложноэфирной связи пептидил-тРНК в пептидил-трансферазном центре. Эвакуация деацилированной тРНК из Р-участка и факторов терминации из А-участка с участием факторов терминации 2-го класса и ГТФ/ГДФ. Фактор освобождения рибосом (RRF, RF4) прокариот.

2. Введение. Основы строения и функционирования живых организмов.

Свойства живых организмов. Принципы организации клеток. Химические основы живых клеток. Генетические основы функционирования живых систем. Современные представления о возникновении жизни на Земле. Возможности существования предбиологических систем и жизни на других планетах.

Виды слабых взаимодействий в водных растворах. Аминокислоты: строение. Протеиногенные аминокислоты. Модифицированные аминокислоты. Кислотно-основные свойства аминокислот. Белки и пептиды. Вторичная и третичная структура белков.

3. Процессы репарации генетических повреждений.

Мутации и мутагены. Определения. Мутационная теория Г. Де Фриза. Различные классификации мутации (по факторам вызывающим мутации, по размерам сегментов подвергаемых мутациям, по влиянию на экспрессию генов). Основные источники мутаций

– ошибки репликации и мутагенные воздействия. Ионизирующие излучения, химические мутагены, перекиси и активные формы кислорода, аналоги нуклеотидов, интеркалирующие агенты. «Скрытые мутагены» и их метаболическая активация. Эндогенные мутагены.

Классификация типов репарации. Прямая репарация тиминовых димеров (фотореактивация) и метилированного гуанина. Непрямая репарация. Base excision repair

(BER): Вырезание оснований. Гликозилазы. Урацилгликозилаза. “Внеспиральное узнавание” оснований ферментами репарации. Nucleotide excision repair (NER): Вырезание (эксцизия) поврежденных нуклеотидов. Комплекс ферментов, осуществляющих эксцизионную репарацию. Механизм репарации, направленной на исправление активно транскрибируемых генов. Mismatch repair (MMR): Механизм репарации неспаренных нуклеотидов. Выбор репарируемой нити ДНК. Пострепликативная (рекомбинационная) репарация: Структура Холлидея, обмен одноцепочечными участками, роль белка RecA. Репарация двухнитевых разрывов: гомологичная пострепликативная рекомбинация и объединение негомологичных концов молекулы ДНК. Сигналы, обеспечивающие репарацию двухнитевых разрывов и задержку репликации ДНК до завершения репарации.

SOS-репарация. Свойства ДНК полимераз, участвующих в SOS-репарации (ДНК-мутазы) у прокариот и эукариот. Представление об “адаптивных мутациях” у бактерий.

4. Регуляция транскрипции у прокариот. Бактериофаги.

Регуляция транскрипции у бактерий. Негативная и позитивная регуляция инициации транскрипции. Лактозный оперон. CAP-белок. Регуляция на уровне терминации транскрипции - аттенуация и антитерминация. Регуляция экспрессии триптофанового оперона. Антитерминация на примере белков N и Q фага лямбда. Регуляция транскрипции в развитии фага лямбда. Принципы аутогенной регуляции и кооперативности на примере регуляции экспрессии репрессора фага лямбда. Регуляция транскрипции на примере T-четных фагов – подавление транскрипции клеточного генома, три группы фаговых генов: ранние, средние, поздние. “Рибопереключателы” и их разнообразие. Понятие об аптамерах, SELEX.

5. Репликация ДНК.

Репликация ДНК у бактерий. Основные принципы репликации: однонаправленность синтеза, использование праймеров, полуконсервативность процесса, прерывистость синтеза – отстающая и лидирующая цепи. Полимеразы, участвующие в репликации, характеристика их ферментативных активностей. Точность воспроизведения ДНК. Роль стерических взаимодействий между парами оснований ДНК при репликации. Полимеразы I, II и III E.coli. Субъединичный состав полимеразы III. Понятие о процессивности ДНК полимераз.

ДНК-лигазы. Механизм работы. Лигаза, как пример ферментов, использующих энергию гидролиза АТФ для создания хим. связей.

Геликазы, как пример ферментов, использующих энергию гидролиза АТФ для катализа конформационных переходов.

ДНК-топоизомеразы. Кольцевые молекулы ДНК и понятие о сверхспирализации ДНК. Параметры сверхспирализованной и конформационные переходы в сверхспирализованной молекуле ДНК. Топоизомеры ДНК. Топоизомеразы и их типы. Механизмы действия топоизомераз. ДНК-гираза бактерий.

Праймазы. Структура участка старта репликации (origin, ori). Структурные переходы ДНК в районе старта репликации. Репликатор. Понятие о репликоне. Роль метилирования ДНК в регуляции репликации. Регуляция инициации репликации у *E.coli*.

Динамика репликации. Репликативная вилка в целом, “ведущая” и “отстающая” нити при репликации. Фрагменты Оказаки. Координация синтеза ДНК на комплементарных нитях. Комплекс белков в репликационной вилке.

Терминация репликации у бактерий. Расхождение ori хромосом перед делением бактериальной клетки.

6. Созревание мРНК в клетках эукариот. Сплайсинг.

Процессинг РНК. Кепирование, сплайсинг и полиаденилирование транскриптов, синтезируемых полимеразой II. Механизмы сплайсинга. Роль малых ядерных РНК и белковых факторов. Сплайсосома. Альтернативный сплайсинг, примеры. Энхансеры сплайсинга. Каскады альтернативного сплайсинга и регуляция половой дифференцировки у дрозофилы. Биологическая роль альтернативного сплайсинга, примеры. Роль белков, связывающихся с РНК-полимеразой на промоторе, в определении специфичности сплайсинга. Сплайсинг и его роль в определении специфичности функционирования мРНК в цитоплазме. “Контроль качества” пре-мРНК в ядре. Сопряжение транскрипции, сплайсинга и транспорта РНК из ядра в цитоплазму. Транс-сплайсинг, его распространение. “Самосплайсинг”. Интроны групп 1 и 2. Интроны группы 1 как рибозимы.

7. Строение и свойства нуклеиновых кислот.

История доказательства генетической функции ДНК. Опыты Эвери, Херши и Чейз. Правила Чаргаффа. Расшифровка структуры ДНК.

Строение ДНК. Физические свойства молекулы ДНК. Компоненты химической структуры ДНК: азотистые основания, нуклеозиды, нуклеотиды. Изомерия, таутомерия, конформационные переходы нуклеотидов. Конформационные формы ДНК А, В, и Z, их физические параметры. Неканоническая Н-форма ДНК. Комплементарные пары оснований Уотсона-Крика и Хугстина. Триплексы. Тетраструктуры. Палиндромы и шпилечные структуры. Понятия вторичной, третичной и четвертичной структур для НК.

Денатурация и ренатурация ДНК, Нуклеотидные последовательности ДНК, определяющие конформацию ДНК, гибкость или жесткость молекулы.

Центральная догма молекулярной биологии.

8. Структура и функции транспортных РНК. Генетический код.

Структура тРНК. Активация аминокислот и образование аминоацил-тРНК. Химические реакции, приводящие к образованию пептидной связи в процессе биосинтеза белка. Активация аминокислоты в реакции с АТФ; образование аминоациладенилата. Перенос

аминоацильного остатка на тРНК. Аминоацил-тРНК-синтетазы. Активные центры синтетаз и их специфичность. Два класса аминоацил-тРНК-синтетаз, их структурные и функциональные различия. Участки взаимодействия молекул тРНК с аминоацил-тРНК-синтетазами; различия двух классов. Узнавание аминокислот аминоацил-тРНК-синтетазами, механизм контроля правильности аминоацилирования.

Генетический код. Общие свойства генетического кода: универсальность, триплетность, однозначность и вырожденность. Групповые свойства генетического кода, буферность кода к мутациям замены оснований. Гипотезы происхождения генетического кода. Адапторная гипотеза Ф. Крика (1955) и ее экспериментальное доказательство (1962 -1963). Кодон-антикодонное взаимодействие. Гипотеза Ф. Крика о неоднозначном взаимодействии первого положения антикодона с третьим положением кодона (1966). Таблица взаимодействий первого положения антикодона. Отклонения от универсальности генетического кода в митохондриях и у некоторых бактерий и простейших эукариот.

9. Транскрипция у прокариот.

Транскрипция у прокариот. РНК-полимераза прокариот, ее субъединичная структура. Особенности пространственной структуры. Разнообразие сигма-факторов. Промоторы генов прокариот, их структурные элементы. Стадии транскрипционного цикла. Инициация, образование “открытого комплекса”, элонгация и терминация транскрипции. Механизмы терминация транскрипции.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Нейрокогнитивные технологии

Цель дисциплины:

- формирование у студентов системы научных представлений о возможностях нейрокогнитивных технологий.

Задачи дисциплины:

- приобретение базовых знаний в области нейрокогнитивных технологий;
- освоение методической и методологической базы нейрокогнитивных технологий;
- знакомство с основными результатами отечественных и зарубежных работ по исследованию мозга, связанных с разработкой проблем нейрокогнитивных технологий.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные современные методы нейрокогнитивных технологий;
- основные области применения нейрокогнитивных технологий.

уметь:

- пользоваться своими знаниями для постановки новых задач в области нейрокогнитивных технологий;
- сопоставлять данные полученные в разных экспериментальных исследованиях;
- проводить методологическую оценку обсуждаемых результатов;
- анализировать современные работы в области нейрокогнитивных технологий;
- соотносить научные и технологические задачи в нейрокогнитивных исследованиях.

владеть:

- основами компьютерного анализа в области нейрокогнитивных технологий;

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками нахождения необходимой информации в Интернете в области нейрокognитивных технологий;
- навыками анализа экспериментальных данных.

Темы и разделы курса:

1. Нейрогибридные и нейроинтеллектуальные системы.

Модели нейрональных культур.

Модели изучения мозга *in vivo* и *in vitro*. Модели нейрональных культур. Обучение в культуре нейронов. Пачечная активность в культуре нейронов. Динамика структуры сети нейронов.

Обучение с подкреплением.

Примеры моделей обучения с подкреплением. Достоинства и недостатки. Моделирование обучения. Искусственные нейронные сети. Эволюционное обучение. Селекционное обучение.

Теория отбора нейронных групп. Требования к системной модели обучения. Конкуренция нейронов.

Модели нейронных сетей. Примеры моделей нейронных сетей. Достоинства и недостатки.

Предикторные сети.

Принципы предикторных сетей. Модель целенаправленного адаптивного поведения.

Искусственный интеллект.

Тест Тьюринга. История развития искусственного интеллекта. Символьные интеллектуальные системы. Нейробиологические модели. Аниматы. Эволюционная кибернетика. Нейроморфные системы искусственного интеллекта. Гибридные нейроэлектронные системы.

2. Нейрокognитивные технологии на основе оптогенетики.

Принципы оптогенетики. Методы оптики. Методы генетики. История развития оптогенетики. Улучшения классического метода оптогенетики. Оптогенетики и фМРТ.

Процессы обучения и памяти. Манипуляции с памятью. Создание искусственной памяти. Нейродегенеративные заболевания.

Способы управления активностью нейронов.

Последовательность действий для проведения оптогенетического эксперимента. Другие (кроме оптогенетики) способы управления активностью нейронов. Хемогенетика. Механизм работы опсиновых белков.

3. Основы нейрокомпьютерных интерфейсов.

Неинвазивные нейроинтерфейсы.

Мозго-машинные и мозго-компьютерные интерфейсы. Интерфейсы на основе ЭЭГ.

Нейроинтерфейсы клеточного уровня.

Регистрация активности отдельных нейронов. Виды активности. Принципы нейроинтерфейсов.

Трансгенные животные для нейрокогнитивных технологий.

Применение трансгенных животных в нейробиологии. Методы трансгенеза: инъекция в пронуклеус. Преимущества и недостатки. Методы трансгенеза: инъекция стволовых клеток. Преимущества и недостатки. Направленный трансгенез - создание нокаутов. Управляемые трансгены: Cre-система, TetO-система.

Метод двухфотонной микроскопии.

Основные принципы метода. Преимущества двухфотонной микроскопии для *in vivo* визуализации активности нервных клеток.

Методы исследования активности нейронов *in vivo*.

Методы исследования активности нейронов *in vivo* у бодрствующих животных или у подвижных животных. Генетически кодируемые кальциевые сенсоры

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Общая геометрия и топология

Цель дисциплины:

- формирование базовых знаний по геометрии и топологии для дальнейшего использования в других областях математического знания и дисциплинах естественнонаучного содержания;
- формирование математической культуры, исследовательских навыков и способности применять знания на практике.

Задачи дисциплины:

- формирование у обучающихся базовых знаний по геометрии и топологии;
- формирование общематематической культуры: умение логически мыслить, проводить доказательства основных утверждений, устанавливать логические связи между понятиями;
- формирование умений и навыков применять полученные знания для решения задач математической физики, самостоятельного анализа полученных результатов.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основы общей топологии; определение и основные свойства гладких многообразий; теоремы о вложениях многообразий в евклидово пространство; основы тензорного анализа на многообразиях;
- основы теории аффинных связностей; теорему существования и единственности римановой связности; свойства тензора Римана;
- определение и свойства групп когомологий де Рама;
- теорему о гомотопической инвариантности групп когомологий;
- свойства степени гладкого отображения; теорему о гомотопической инвариантности степени;
- основы симплектической геометрии и теории гамильтоновых систем.

уметь:

- исследовать свойства топологических пространств;
- строить атласы многообразий, исследовать их на компактность и ориентируемость;
- вычислять ковариантные производные тензорных полей; решать задачи параллельного перенесения;
- находить и исследовать геодезические; вычислять кривизну многообразий;
- находить простейшие группы когомологий;
- вычислять степени отображений;
- исследовать гамильтоновы системы и их инвариантные многообразия.

владеть:

- аппаратом тензорного анализа и анализа дифференциальных форм на многообразиях;
- техникой параллельного перенесения;
- аппаратом теории когомологий.

Темы и разделы курса:

1. Когомологии. Степень отображения. Основы симплектической геометрии.

Замкнутые и точные формы на многообразии. Определение пространств когомологий де Рама. Свойства пространств H^0 и H^1 . Пространство $H^1(S^1)$.

Поведение форм и пространств когомологий при гладких отображениях.

Гомотопные отображения. Теорема о совпадении линейных операторов в когомологиях, соответствующих гомотопным отображениям.

Гомотопически эквивалентные многообразия и их пространства когомологий. Когомологии евклидовых пространств.

Степень отображения. Примеры. Теорема о гомотопической инвариантности степени.

Степень и интеграл. Теорема Гаусса – Бонне.

Индекс векторного поля. Теорема Пуанкаре – Бендиксона.

Симплектические многообразия. Теорема Дарбу. Лагранжевы многообразия.

Гамильтоновы векторные поля и гамильтоновы системы. Скобки Пуассона. Интегралы гамильтоновых систем.

2. Общая топология. Свойства гладких многообразий.

Топологическое пространство. Индуцированная топология, топология декартова произведения, фактор-топология.

Непрерывные отображения. Гомеоморфизм.

Топологические свойства пространств: связность, компактность, хаусдорфовость. Тихоновские произведения.

Топологические многообразия. Карты, атлас, локальные системы координат. Функции склейки.

Гладкие многообразия. Гладкие функции на многообразии и гладкие отображения гладких многообразий. Диффеоморфизм. Ориентируемые и неориентируемые многообразия.

Касательный вектор в точке. Касательное пространство.

Дифференциал гладкого отображения. Вложения и погружения.

Вложение компактного многообразия в евклидово пространство достаточно большой размерности.

Теорема Уитни.

3. Тензорный анализ и аффинные связности.

Тензорные поля на многообразии. Замена базиса в касательном пространстве при замене локальных координат. Закон преобразования координат тензорного поля при замене координат на многообразии.

Определение аффинной связности на многообразии. Символы Кристоффеля.

Коммутатор векторных полей и его свойства.

Симметричные связности. Тензор кручения связности.

Связности, согласованные с римановой метрикой. Теорема существования и единственности римановой связности (симметричной связности, согласованной с метрикой).

Параллельный перенос на многообразии с аффинной связностью и его общие свойства.

Геодезические линии на многообразии с аффинной связностью и их общие свойства. Свойства параллельного переноса и геодезических в римановой связности.

Оператор кривизны линейной связности и тензор кривизны Римана. Формулы для его коэффициентов.

Симметрии тензора кривизны Римана.

Тензор Риччи и скалярная кривизна. Тензор Римана и скалярная кривизна двумерных многообразий.

Теорема о связи скалярной кривизны поверхности с ее гауссовой кривизной.

Дифференциальные формы на многообразии. Внешнее дифференцирование форм.

Интегрирование форм по ориентированным многообразиям.

Многообразия с краем. Согласование ориентаций многообразия и его края.

Теорема Стокса.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Общая физика: квантовая физика

Цель дисциплины:

- освоение студентами физики основ квантовой физики.

Задачи дисциплины:

- усвоение основных концепций квантовой физики;
- решение задач, охватывающих основные приложения квантовой физики.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- численные порядки величин, характеризующие явления микромира;
- основы теории теплового излучения;
- явления интерференции волн де Бройля;
- понятие спина электрона;
- основные модели электронной оболочки атома;
- эффект Зеемана, ЭПР, ЯМР;
- элементарные ядерные модели;
- законы радиоактивных распадов;
- понятие ядерных реакций, сечения ядерных реакций;
- элементарные ядерные модели;
- понятие сильного и слабого взаимодействия.

уметь:

- абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных физических ситуаций;

- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- находить безразмерные параметры, определяющие изучаемое явление;
- производить численные оценки по порядку величины;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- обеспечить достоверность получаемых результатов;
- видеть в технических задачах физическое содержание.

владеть:

- методами решения физических задач по электродинамике;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории, библиотеке и Интернете;
- навыками освоения большого объема информации;
- культурой постановки и моделирования физических задач.

Темы и разделы курса:

1. Атом в магнитном поле.

Эффект Зеемана (слабое и сильное магнитное поле) на примере $3P-3S$ -переходов. Ядерный и электронный магнитный резонанс.

2. Волны де Бройля. Соотношение неопределённости.

Гипотеза де Бройля о волновых свойствах частиц, волновая функция свободной частицы (волна де Бройля). Опыты Девиссона-Джермера и Томсона по дифракции электронов. Связь волновых свойств частиц с ее механическими характеристиками. Длина волны де Бройля нерелятивистской частицы. Критерий квантовости системы. Вероятностная интерпретация волновой функции.

3. Законы радиоактивных распадов. Ядерные реакции.

Радиоактивность. Закон радиоактивного распада, константа распада, период полураспада, среднее время жизни, вековое уравнение. Альфа-распад, закон Гейгера-Нэттола и его вывод (формула Гамова). Гамма-излучение, изомерия ядер. Бета-распад, энергетический спектр бета-распада, гипотеза нейтрино. Ядерные реакции: экзотермические и эндотермические реакции, порог реакции, сечение реакции (полное и парциальные сечения). Потенциальное рассеяние, амплитуда и длина рассеяния. Составное ядро. Нерезонансная теория – классическое сечение, поправки на волновой характер частиц, коэффициент проникновения частицы в прямоугольную яму, закон Бете. Резонансные реакции – формула Брейта-Вигнера. Эффект Мессбауэра. Реакции под действием нейтронов. Классификация нейтронов. Замедление быстрых нейтронов в среде, длина замедления. Когерентные явления (дифракция нейтронов). Деление ядер под действием нейтронов, мгновенные и запаздывающие нейтроны, цепная реакция деления. Роль

запаздывающих нейтронов в работе ядерного реактора. Схема реактора на тепловых нейтронах. Йодная яма. Возможные схемы реакторов термоядерного синтеза.

4. Опыты Штерна–Герлаха, Эйнштейна–де Газа. Спин электрона.

Магнитный орбитальный момент электронов, гиромангнитное отношение, g -фактор, магнетон Бора. Опыты Штерна–Герлаха – демонстрация дискретности магнитного момента, обнаружение магнитных дублетов. Гипотеза Уленбека и Гаудсмита о спине электрона, спиновый g -фактор. Опыты Эйнштейна и де Газа (спиновая природа магнетизма твердых тел). Векторная модель сложения спинового и орбитального моментов электрона, фактор Ланде.

5. Строение атома.

Закономерности оптических спектров атомов, формула Бальмера. Открытие атомного ядра и планетарная модель атома Резерфорда. Постулаты Бора, боровский радиус, формула для энергии электронов атома водорода. Характеристическое рентгеновское излучение (закон Мозли). Классификация водородоподобных атомов: главное, радиальное и орбитальное квантовые числа. Вырождение уровней в кулоновском поле (кратность вырождения). Правило Хунда. Качественное объяснение закономерностей таблицы Менделеева (до аргона), спектроскопическая запись состояния атома, электронная конфигурация элементов, последовательность заполнения состояний. Скачкообразное изменение химических свойств при заполнении p -оболочки, магические числа (инертные газы). Спин-орбитальное взаимодействие, тонкая и сверхтонкая структура атомных уровней.

6. Фотоэффект. Эффект Комптона. Тепловое излучение.

Основные экспериментальные результаты по внешнему фотоэффекту. Уравнение Эйнштейна, гипотеза квантов света. Эксперимент Комптона по рассеянию рентгеновских лучей на легких ядрах, вывод изменения длины волны квантов при рассеянии на свободных электронах, комптоновская длина волны. Уравнения, описывающие взаимодействие фотона с произвольной системой как обмен энергией и импульсом путем рождения и уничтожения квантов. Интерпретация плотности энергии электромагнитной волны как вероятность обнаружения фотона в заданном элементе пространства.

Плотность состояний, фазовый объем, приходящийся на одно квантовое состояние. Вывод формулы Планка для равновесного излучения абсолютно черного тела. Закон смещения Вина. Анализ формулы Планка в предельных случаях больших частот (квантовый предел) и малых частот (формула Рэлея–Джинса). Классическая интерпретация формулы Рэлея–Джинса. Интегральные характеристики равновесного теплового излучения – плотность энергии равновесного излучения, интенсивность излучения, светимость. Законы Кирхгофа, Ламберта, Стефана–Больцмана. Цветовая, яркостная и радиационная температуры тела. Двухуровневая квантовая система в поле равновесного излучения, принцип детального равновесия, спонтанные и индуцированные переходы. Прохождение излучения через среду, условие усиления (инверсная заселенность уровней). Принципы создания инверсной заселенности в трехуровневой и четырехуровневой системах.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Общая физика: лабораторный практикум по экспериментальной физике

Цель дисциплины:

- формирование базовых знаний по физике и умения работать в лаборатории для дальнейшего использования в других дисциплинах естественнонаучного содержания;
- формирование культуры эксперимента, исследовательских навыков и способности применять знания на практике.

Задачи дисциплины:

- формирование у обучающихся базовых знаний по физике;
- формирование культуры эксперимента: умение работать в лаборатории, знать основные методы эксперимента, устанавливать логические связи между понятиями;
- формирование умений и навыков применять полученные знания для постановки эксперимента, самостоятельного анализа полученных результатов.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- методику проведения эксперимента;
- методику обработки полученных результатов.

уметь:

- работать с современным измерительным оборудованием;
- правильно обрабатывать полученные экспериментальные данные.

владеть:

- навыками работы с современным измерительным оборудованием;
- основными математическими инструментами, характерными для задач механики.

Темы и разделы курса:

1. Лабораторные занятия. Квантовая физика.

Лекция 1 Корпускулярные свойства электромагнитных волн.

Основные экспериментальные результаты по внешнему фотоэффекту. Гипотезы Планка и Эйнштейна относительно энергии квантов света (фотонов). Уравнение Эйнштейна и объяснение фотоэффекта. Импульс фотона.

Эксперимент Комптона по рассеянию рентгеновских лучей на лёгких ядрах, формула для изменения длины волны квантов при рассеянии на свободных электронах, комптоновская длина волны.

Лекция 2. Волновые свойства частиц. Соотношение неопределенностей.

Гипотеза де Бройля о волновых свойствах материальных частиц – корпускулярно-волновой дуализм. Опыты Девиссона–Джермера и Томсона по дифракции электронов. Длина волны де Бройля нерелятивистской частицы. Критерий квантовости системы. Соотношения неопределенностей (координата-импульс; энергия время). Волновая функция свободной частицы (волна де Бройля). Вероятностная интерпретация волновой функции, выдвинутая Борном.

Лекция 3. Формализм квантовой механики. Потенциальные барьеры.

Понятие об операторах. Операторы координаты, импульса, потенциальной и кинетической энергии системы, гамильтониан. Собственные функции и собственные значения. Результат квантового измерения значения физической величины. Уравнение Шредингера. Свойства волновой функции стационарных задач: непрерывность, конечность, однозначность, непрерывность производной. Закон сохранения вероятности, вектор плотности потока вероятности (без вывода). Рассеяние частиц на потенциальной ступеньке конечной высоты, прохождение частицы над ямами и барьерами конечной ширины – эффект Рамзауэра. Прохождение частицы через прямоугольный потенциальный барьер конечной ширины (туннельный эффект), вывод формулы для прозрачности барьера произвольной формы.

Лекция 4. Потенциальные ямы. Квазиклассическое приближение. Осциллятор. Состояния частицы в одномерной симметричной потенциальной яме. Уровни энергии одномерного гармонического осциллятора (без вывода). Оператор момента импульса. Квантование проекции момента и квадрата момента импульса. Движение в центральном поле, центробежная энергия, радиальное квантовое число, кратность вырождения. s-состояния в трёхмерной сферически симметричной яме конечной глубины, условие существования связанных состояний в такой яме.

Лекция 5. Водородоподобные атомы. Колебательные и вращательные спектры молекул.

Закономерности оптических спектров атомов (комбинационный принцип Ритца), формулы серий. Модели атома Томсона и Резерфорда. Постулаты Бора, боровский радиус, энергия атома водорода. Движение в кулоновом поле, случайное вырождение. Спектр атома водорода (без вывода), главное квантовое число, кратность вырождения. Качественный характер поведения радиальной и угловой частей волновой функции. Волновая функция основного состояния. Водородоподобные атомы: влияние заряда ядра (на примере иона гелия) и его массы (изотопический сдвиг), мезоатомы. Характеристическое рентгеновское

излучение (закон Мозли). Вращательные спектры плоского и пространственного ротаторов (двухатомная молекула). Вращательные и колебательные уровни молекул, энергетический масштаб соответствующих возбуждений (иерархия молекулярных спектров).

Лекция 6. Магнитный момент. Спин. Тонкая и сверхтонкая структура атома водорода. Магнитный орбитальный момент электронов, гиромагнитное отношение, g -фактор, магнетон Бора. Опыт Штерна—Герлаха. Гипотеза Уленбека и Гаудсмита о спине электрона, спиновый g -фактор. Опыт Эйнштейна—де Гааза. Векторная модель сложения спинового и орбитального моментов электрона, полный момент, фактор Ланде. Тонкая и сверхтонкая структуры атома водорода.

Лекция 7. Тожественность частиц. Обменное взаимодействие. Сложные атомы. Тожественность частиц, симметрия волновой функции относительно перестановки частиц, бозоны и фермионы, принцип Паули. Сложные атомы. Самосогласованное поле. Электронная конфигурация атома. Атомные термы, спектроскопическая запись состояния атома. Правила Хунда. Качественное объяснение возникновения обменной энергии и правил Хунда на примере возбужденного состояния $1s2s$ атома гелия и образования молекулы водорода.

Лекция 8. Атом в магнитном поле. Эффект Зеемана. Излучение, правила отбора. ЭПР и ЯМР.

Эффект Зеемана для случаев слабого и сильного магнитных полей на примере $3P-3S$ -переходов. Понятие спина (спиральности) фотона, полный момент и четность. Классификация фотонов по полному моменту и чётности (E - и M -фотоны), отношение вероятностей излучения фотонов различной мультипольности. Вероятность дипольного излучения. Ядерный и электронный магнитный резонанс (квантовомеханическая трактовка). Строгие и нестрогие правила отбора при поглощении и испускании фотонов атомами (на примере эффекта Зеемана и ЯМР).

Лекция 9. Ядерные модели.

Эксперименты Резерфорда и Гейгера по рассеянию α -частиц в газах. Открытие нейтрона Чадвиком. Экспериментальная зависимость удельной энергии связи ядра от массового числа A . Свойства ядерных сил: радиус действия, глубина потенциала, насыщение ядерных сил, спиновая зависимость. Природа ядерных сил, обменный характер ядерных сил, переносчики взаимодействия. Модель жидкой заряженной капли. Формула Вайцеккера для энергии связи ядра. Оболочечная модель и магические числа в осцилляторном потенциале. Одночастичные и коллективные возбуждённые состояния ядра.

Лекция 10. Радиоактивность. Альфа, бета, гамма.

Радиоактивность. Закон радиоактивного распада, константа распада, период полураспада, среднее время жизни, вековое уравнение. Альфа-распад, закон Гейгера—Нэттола и его вывод (формула Гамова). Бета-распад, энергетический спектр бета-распада, гипотеза нейтрино и его опытное обнаружение, внутренняя конверсия электронов, K -захват. Гамма-излучение, изомерия ядер. Спонтанное деление ядер, механизм формирования барьера деления — зависимость кулоновской и поверхностной энергии от деформации, параметр делимости, энергия, выделяемая при делении ядер, предел стабильности ядер относительно деления.

Лекция 11. Ядерные реакции. Оценка сечений.

Ядерные реакции: экзотермические и эндотермические реакции, порог реакции, сечение реакции (полное и парциальные сечения), каналы реакции, ширины каналов. Составное ядро. Нерезонансная теория — классическое сечение, поправки на волновой характер частиц, коэффициент проникновения частицы в прямоугольную яму, закон Бете (на примере проникновения частицы в прямоугольную яму). Резонансные реакции — формула Брейта-Вигнера. Деление ядер под действием нейтронов, мгновенные и запаздывающие нейтроны, цепная реакция деления. Роль запаздывающих нейтронов в работе ядерного реактора. Схема реактора на тепловых нейтронах.

Лекция 12. Фундаментальные взаимодействия. Элементарные частицы.

Фундаментальные взаимодействия и фундаментальные частицы (лептоны, кварки и переносчики взаимодействий). Законы сохранения и внутренние квантовые числа. Кварковая структура адронов — мезоны, барионы и резонансы. Квантовая хромодинамика, асимптотическая свобода. Гипотеза конфайнмента кварков и глюонов, кварковый потенциал. Оценка адронных сечений при высоких энергиях на основе кварковой структуры. Открытие W - и Z -бозонов, t -кварка, методы регистрации нейтрино. Несохранение чётности при бета-распаде, опыт Ву.

Лекция 13. Законы излучения АЧТ. Подсчет числа состояний поля в заданном объеме; фазовый объём, приходящийся на одно квантовое состояние, плотность состояний. Формула Рэлея—Джинса и ультрафиолетовая катастрофа, формула Вина. Распределение Планка. Закон смещения Вина. Равновесное излучение как идеальный газ фотонов. Законы Кирхгофа и Стефана-Больцмана.

Лекция 14. Спонтанное и вынужденное излучение.

Двухуровневая квантовая система в поле равновесного излучения, принцип детального равновесия, спонтанные и индуцированные переходы, соотношения Эйнштейна и его вывод распределения Планка. Прохождение излучения через среду, условие усиления (инверсная заселённость уровней). Принцип работы лазера и его устройство.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Общая физика: лабораторный практикум

Цель дисциплины:

формирование базовых знаний по физике и умения работать в лаборатории для дальнейшего использования в других дисциплинах естественнонаучного содержания; формирование культуры эксперимента, исследовательских навыков и способности применять знания на практике.

Задачи дисциплины:

- формирование у обучающихся базовых знаний по физике;
- формирование культуры эксперимента: умение работать в лаборатории, знать основные методы эксперимента, устанавливать логические связи между понятиями;
- формирование умений и навыков применять полученные знания для постановки эксперимента, самостоятельного анализа полученных результатов.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- методику проведения эксперимента;
- методику обработки полученных результатов.

уметь:

- работать с современным измерительным оборудованием;
- правильно обрабатывать полученные экспериментальные данные.

владеть:

- навыками работы с современным измерительным оборудованием;
- основными математическими инструментами, характерными для задач механики.

Темы и разделы курса:

1. Вводные работы 1

Изучаются систематические и случайные погрешности приборов на примере измерения удельного сопротивления нихромовой проволоки. Исследуются инструментальные погрешности аналоговых и цифровых приборов, законы сложения погрешностей, погрешность при получении прямой методом наименьших квадратов

2. Вводные работы 2

На примере космического излучения, регистрируемого счетчиком Гейгера, изучаются основные методы статистической обработки данных. Изучаются основные свойства нормального распределения и распределения Пуассона. Исследуется зависимость среднеквадратичного отклонения данных от числа измерений.

3. Защита работ.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

4. Изучение электронного осциллографа

Изучается устройство и принцип работы электронного осциллографа. Измеряются параметры простейших колебаний --- амплитуда, фаза и частоты. Исследуется влияние амплитудно-частотной и фазово-частотной характеристик на результат измерений с помощью осциллографа.

5. Определение моментов инерции твердых тел с помощью трифилярного подвеса.

С помощью трифилярного подвеса измеряются периоды крутильных колебаний тел различной формы. По измеренным периодам вычисляются моменты инерции тел, значения которых сравниваются с полученными из расчетов по их геометрическим размерам. Экспериментально проверяется аддитивность моментов инерции и теорема Гюйгенса—Штейнера.

6. Защита работ.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

7. Экспериментальная проверка закона вращательного движения на крестообразном маятнике Обербека.

С помощью крестообразного маятника, к оси которого подвешиваются грузы различной массы, исследуется основной закон вращательного движения. Экспериментально проверяются соотношения для моментов инерции цилиндров и зависимости момента инерции от расстояния до оси вращения. Исследуется влияние сопротивления воздуха на искажение результатов опыта.

8. Определение ускорения свободного падения при помощи оборотного маятника. Изучение физического маятника.

С помощью физического маятника в форме длинного стержня и оборотного маятника с подвижными грузами исследуются основные законы колебательного движения. Измеряются периоды колебаний маятников, исследуются зависимость периода от

амплитуды колебаний и затухания. По значению периода измеряется ускорение свободного падения с высокой точностью.

9. Определение модуля Юнга.

Исследуются малые упругие деформации растяжения/сжатия, изгиба и кручения для различных материалов (сталь, латунь, различные породы дерева). По значению деформации вычисляется модуль соответствующего материала различными способами.

10. Защита работ.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

11. Исследование прецессии уравновешенного гироскопа.

Исследуются законы движения быстровращающихся осесимметричных тел (гироскопов). По скорости прецессии гироскопа под действием постоянного момента сил определяется скорость вращения ротора. Момент инерции ротора определяется методом крутильных колебаний при сравнении с эталонным телом. По опусканию оси гироскопа измеряется момент силы трения в оси гироскопа.

12. Изучение колебаний струны.

Исследуются стоячие волны, возбуждаемые на натянутой стальной струне с закрепленными концами. Измеряются резонансные частоты в зависимости от силы натяжения нити, из чего определяется скорость распространения волн на струне и её линейная плотность. Регистрация колебаний проводится с помощью электромагнитного датчика, подключенного к электронному осциллографу. По ширине резонанса измеряется добротность колебательной системы.

13. Определение скорости полета пули.

Скорость полета пули из пневматического ружья измеряется с помощью баллистического метода. Скорости вычисляются по амплитуде отклонения баллистического и крутильного маятников с использованием законов сохранения импульса, энергии и момента импульса.

14. Исследование свободных колебаний связанных маятников.

Исследуются особенности колебаний системы из двух связанных маятников. Измеряются собственные частоты колебаний и исследуются собственные моды колебаний. Исследуется зависимость характера колебаний от константы связи маятников.

15. Стационарное течение (Бернулли, Пуазейль).

Изучаются свойства стационарных течений жидкостей и газов. Расход жидкости измеряется расходомерами Пито и Вентури. По зависимости расхода газа от перепада давления на участке трубы измеряется вязкость газа. По отклонению от закона Пуазейля определяется критическое число Рейнольдса, соответствующее переходу от ламинарного течения к турбулентному.

16. Вязкость жидкости, энергия активации.

По вертикальному падению пробных шариков в вертикальной колбе, заполненной глицерином, измеряется коэффициент вязкости жидкости в зависимости от температуры. По установившейся скорости падения проверяется формула Стокса для силы

сопротивления в вязкой жидкости. По температурной зависимости вязкости определяется энергия активации для молекул жидкости. Энергия активации сравнивается с энергией связи, теплотой испарения и энергией поверхностного натяжения.

17. Вакуум.

Изучаются основные методы получения и измерения вакуума. Исследуется закон откачки в вязкостном режиме при откачке форвакуумным насосом и закон откачки в кнудсеновском режиме при высоком вакууме (с помощью диффузионного масляного или турбомолекулярного насосов). Измерение низкого вакуума проводится масляным, термопарным и терморезисторным вакуумметрами. Высокий вакуум измеряется ионизационным и магнетронным вакуумметрами.

18. Диффузия.

Исследуется взаимная диффузия воздуха и гелия через тонкую трубку, соединяющую два сосуда. Концентрации газов измеряются терморезисторным датчиком по разности теплопроводности смеси. Исследуется применимость закона Фика и зависимость коэффициента взаимной диффузии от давления

19. Теплопроводность.

Исследуется зависимость коэффициента теплопроводности воздуха от температуры и давления. Измерения проводятся по нагреву проволоки, заключенной в цилиндрическую воздушную оболочку. Температура внешней оболочки контролируется термостатом, температура проволоки определяется по зависимости сопротивления материала проволоки от температуры. При низком давлении исследуется явление температурного скачка вблизи проволоки.

20. Молекулярные явления.

Исследуются молекулярные процессы в сильно разреженных газах. Изучается процесс электрооткачки --- поглощения частиц газа анодом в результате ионизации электронным ударом. Измеряется давление насыщенных паров тугоплавких металлов по изменению давления при нагреве током образца в вакууме.

21. Защита работ

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

22. Определение CP/CV газов.

Измеряется показатель адиабаты методами Клемана-Дезорма и акустического резонанса. Вычисляется значение скорости звука. Измеряются параметры и их зависимость от температуры для воздуха и углекислого газа.

23. Фазовые переходы.

С помощью ртутного манометра и термостата измеряется зависимость давления насыщенных паров от температуры для воды и спирта. По полученной зависимости вычисляется теплота парообразования соответствующих жидкостей.

24. Защита работ

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

25. Реальные газы.

Исследуется эффект Джоуля—Томсона просачивания газа через пористую перегородку для углекислого газа. Разность температур измеряется термопарой. Вычисляются коэффициенты Джоуля—Томсона и параметры газа Ван-дер-Ваальса. По измеренным параметрам производится оценка критических параметров газа и температуры инверсии эффекта.

26. Поверхностное натяжение.

Измеряется коэффициент поверхностного натяжения различных жидкостей (воды и спирта) в зависимости от температуры методом Ребиндера. Определяется полная свободная энергия поверхности и теплота образования единицы поверхности.

27. Теплоемкость.

Измеряется теплоёмкость твердых тел и теплоемкость газов при постоянном давлении для различных расходов. Температура твердого тела измеряется по зависимости сопротивления нагревателя от температуры. Температура газа измеряется термопарой.

28. Защита работ

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

29. Магнитометр .Абсолютный вольтметр. Моделирование электрических полей.

Определение горизонтальной составляющей магнитного поля Земли, и установление количественного соотношения между единицами электрического тока и напряжения в системах СИ и СГС. Изучение электростатических полей прямоугольного кабеля, плоского конденсатора, четырех заряженных цилиндров на электропроводной бумаге.

30. Спектры электрических сигналов. Волновод. Синтез электрических сигналов.

Изучение спектрального состав периодических электрических сигналов. Изучение возможности синтезирования периодических электрических сигналов при ограниченном наборе спектральных компонент. Ознакомление с особенностями распространения электромагнитных волн в волноводе, аппаратурой и методами измерения основных характеристик протекающих при этом процессов.

31. Магнетрон (и фокусировка). Закон трёх вторых. Опыт Милликена.

Определение отношения заряда электрона к его массе методом магнитной фокусировки и методом магнетрона. Определение удельного заряда электрона на основе закона «трёх вторых» для вакуумного диода. Измерение элементарного заряда методом масляных капель по их движению в воздухе под действием силы тяжести и вертикального электрического поля.

32. Сдвиг фаз в цепи переменного тока. Резонанс напряжений. Резонанс токов.

Изучение влияния активного сопротивления, индуктивности и ёмкости на сдвиг фаз между током и напряжением в цепи переменного тока. Исследование резонансов напряжений и токов в последовательном и в параллельном колебательном контурах с изменяемой ёмкостью, получение амплитудно-частотных и фазово-частотных характеристик, определение основных параметров контуров.

33. Эффект Холла в полупроводниках . Эффект Холла в металлах. Магнетосопротивление полупроводников.

Исследование зависимости ЭДС Холла от величины магнитного поля при различных токах через образец для определения константы Холла. Измерение подвижности и концентрации носителей заряда в полупроводниках и металлах. Измерение зависимости сопротивления полупроводниковых образцов различной формы от индукции магнитного поля.

34. Свободные колебания . Вынужденные колебания . Дробовой шум . Колеб. контур с нелинейной ёмкостью.

Исследование свободных и вынужденных колебаний в электрическом колебательном контуре. Измерение заряда электрона по дробовому шуму. Изучение резонансных свойств нелинейного колебательного контура

35. Диа- и парамагнетики. Диа- и парамагнетики. Диа- и парамагнетики. Скин-эффект.

Измерение магнитной восприимчивости диа- и парамагнитных образцов. Изучение температурной зависимости магнитной восприимчивости ферромагнетика выше точки Кюри. Исследование проникновения переменного магнитного поля в медный полый цилиндр.

36. Баллистический гальванометр.

Изучение работы высокочувствительного зеркального гальванометра магнитоэлектрической системы в режимах измерения постоянного тока и электрического заряда.

37. Релаксационный генератор. Тлеющий разряд . Высокочастотный разряд.

Исследование релаксационного генератора на стабилитроне. Изучение вольт-амперной характеристики нормального тлеющего разряда. Изучение свойств плазмы высокочастотного газового разряда в воздухе методом зондовых характеристик.

38. Петля гистерезиса (динамический метод) .Петля гистерезиса (статический метод).
Параметрон.Двойное ярмо .

Изучение петель гистерезиса различных ферромагнитных материалов в переменных полях. Измерение начальной кривой намагничивания ферромагнетиков и предельной петли гистерезиса для образцов тороидальной формы, изготовленных из чистого железа или стали. Изучение параметрических колебаний в электрической цепи.

39. Защита работ

Обработка полученных экспериментальных данных. Анализ причин, приводящих к ошибкам измерения, и расчет погрешностей измерения исследуемых величин. Представление проделанной работы в виде научного отчета. Защита полученных результатов. Обсуждение вопроса по выбору.

40. Кольца Ньютона. Интерферометр Жамена. Интерферометр Релея.

Интерференционное измерение кривизны стеклянной поверхности с помощью колец Ньютона. Интерференционные измерения показателей преломления газов с помощью интерферометров Жамена и Релея.

41. Центрированные оптические системы. Моделирование оптических приборов.Рефрактометр Аббе.

Изучение методов определения фокусных расстояний линз и сложных оптических систем. Определение характеристик оптической системы, составленной из тонких линз. Изучение сферической и хроматической aberrаций. Изучение моделей зрительных труб Кеплера и Галилея и модели микроскопа. Измерение показателей преломления твердых и жидких тел в монохроматическом свете с помощью рефрактометра Аббе.

42. Изучение лазера .

Изучение основных принципов работы гелий-неонового лазера, свойств лазерного излучения и измерение усиления лазерной трубки. Исследование состояния поляризации излучения лазера на исследуемой трубке. Наблюдение модовой структуры лазерного излучения.

43. Дифракция света.

Исследование явления дифракции Френеля и Фраунгофера на щели. Изучение влияния дифракции на разрешающую способность оптических инструментов.

44. Поляризация.

Ознакомление с методами получения и анализа поляризованного света. Определение показателя преломления эбонита через угол Брюстера. Исследование характера поляризации света в преломлённом и отражённом от стопы лучах. Исследование интерференции поляризованных лучей. Определение направления вращения светового вектора в эллиптически поляризованной волне.

45. Интерференция волн СВЧ.

Изучение интерференции электромагнитных волн миллиметрового диапазона с применением двух оптических интерференционных схем. Экспериментальное определение длины волны излучения и показателя преломления диэлектрика. Экспериментальная проверка закона Малюса.

46. Дифракционные решётки (гониометр).

Знакомство с работой и настройкой гониометра и определение спектральных характеристик амплитудной решётки. Исследование спектра ртутной лампы. Определение спектральных характеристик фазовой решётки (эшелетта).

47. Двойное лучепреломление.

Изучение зависимости показателя преломления необыкновенной волны от направления в двоякопреломляющем кристалле. Определение главных показателей преломления в кристалле.

48. Дифракция на ультразвуковых волнах.

Изучение дифракции света на синусоидальной акустической решётке и наблюдение фазовой решётки методом тёмного поля.

49. Разреш. способность микроскопа (метод Аббе).

Определение дифракционного предела разрешения объектива микроскопа методом Аббе. Определение периода решёток по их пространственному спектру, по изображению, увеличенному с помощью модели микроскопа, а также, по оценке разрешающей способности микроскопа. Пространственная фильтрация и мультиплицирование.

50. Защита работ

Обработка полученных экспериментальных данных. Анализ причин, приводящих к ошибкам измерения, и расчет погрешностей измерения исследуемых величин. Представление проделанной работы в виде научного отчета. Защита полученных результатов. Обсуждение вопроса по выбору.

51. Эффект Поккельса.

Исследование интерференции рассеянного света, прошедшего кристалл. Наблюдение изменения характера поляризации света при наложении на кристалл электрического поля.

52. Защита работ.

Проверяется знание студентами основ обработки результатов экспериментов. Защита работ.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Общая физика: механика

Цель дисциплины:

- изучение студентами основных законов классической и релятивистской механики.

Задачи дисциплины:

- знакомство с базовыми экспериментальными фактами в области механических явлений;
- усвоение основных концепций, используемых для описания механических явлений;
- овладение простейшими математическими методами, позволяющими решать задачи механики;
- решение задач, охватывающих основные приложения механики.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- численные порядки величин, характерные для различных механических явлений;
- основные законы классической и релятивистской механики;
- принцип относительности Галилея и принцип относительности Эйнштейна;
- законы сохранения энергии, импульса и момента импульса;
- закон всемирного тяготения и законы Кеплера;
- основы динамики вращения абсолютно твёрдого тела;
- основы теории свободных, затухающих и вынужденных колебаний;
- принципы описания механических явлений в неинерциальных системах отсчёта;
- основы описания движения идеальной и вязкой жидкости;
- основы описания упругих свойств материалов.

уметь:

- абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных физических ситуаций;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- находить безразмерные параметры, определяющие изучаемое явление;
- производить численные оценки по порядку величины;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- обеспечить достоверность получаемых результатов;
- видеть в технических задачах физическое содержание.

владеть:

- методами решения физических задач по механике;
- навыками самостоятельной работы в библиотеке и Интернете;
- навыками освоения большого объема информации;
- культурой постановки и моделирования физических задач.

Темы и разделы курса:

1. Динамика вращения абсолютно твёрдого тела.

Основное уравнение динамики вращения абсолютно твёрдого тела вокруг неподвижной оси. Момент инерции. Теорема Штейнера. Кинетическая энергия абсолютно твёрдого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси.

Соотношение между моментами инерции относительно трёх взаимно перпендикулярных осей. Момент инерции относительно точки. Соотношение между моментами инерции плоской фигуры. Моменты инерции простейших тел.

Динамика плоского движения абсолютно твёрдого тела. Кинетическая энергия при плоском движении. Скатывание тел вращения с наклонной плоскости. Гироскоп. Прецессия гироскопа под действием силы тяжести.

2. Механика материальной точки.

Система отсчёта. Радиус-вектор частицы. Декартова, цилиндрическая и сферическая системы координат. Основные понятия кинематики материальной точки: перемещение, мгновенная скорость и ускорение. Средний вектор и средний модуль скорости.

Описание плоского движения в полярной системе координат. Дуговая координата. Разложение ускорения на тангенциальную и нормальную составляющие.

Кинематика вращения абсолютно твёрдого тела вокруг неподвижной оси. Угловая скорость и угловое ускорение. Связь угловых и линейных величин. Плоское движение твёрдого тела

как сумма поступательного и вращательного движений. Сведение плоского движения к вращению. Мгновенная ось вращения. Сложение угловых скоростей.

Закон сложения скоростей и ускорений. Законы Ньютона. Преобразования Галилея. Принцип относительности Галилея. Импульс частицы и закон его изменения. Импульс силы. Закон сохранения импульса.

Работа и мощность силы. Кинетическая энергия частицы и закон её изменения. Консервативные и неконсервативные силы, потенциальное поле сил, потенциальная энергия. Полная энергия частицы в потенциальном поле и закон её изменения. Закон сохранения энергии.

Потенциальная энергия частицы в центральном поле. Применение к гравитационному и кулоновскому полям, к полю упругой силы. Потенциальная энергия частицы в поле силы тяжести. Определение силы по виду потенциальной энергии.

3. Механика системы частиц. Задача двух тел.

Центр масс системы частиц. Уравнение движения центра масс. Импульс системы частиц. Сохранение импульса замкнутой системы. Система центра масс.

Движение точки с переменной массой. Уравнение Мещерского. Формула Циолковского.

Полная механическая энергия системы частиц, закон сохранения механической энергии, теорема Кёнига

Задача двух тел: выделение движения центра масс, уравнение относительного движения, приведённая масса. Кинетическая энергия и импульсы частиц в системе центра масс.

Кинематика бинарных упругих столкновений. Векторная диаграмма импульсов. Связь углов рассеяния в системе центра масс и в лабораторной системе. Неупругие столкновения. Порог реакции.

4. Момент импульса. Закон всемирного тяготения. Законы Кеплера.

Момент импульса частицы и закон его изменения. Момент силы. Закон сохранения момента импульса. Теорема площадей. Момент импульса системы частиц и закон его изменения. Сохранение момента импульса замкнутой системы. Связь моментов импульса в лабораторной системе и в системе центра масс. Момент импульса в задаче двух тел.

Закон всемирного тяготения. Теорема Гаусса. Применение теоремы Гаусса для нахождения гравитационного поля простейших систем.

Законы Кеплера, параметры орбиты, период обращения. Космические скорости.

5. Неинерциальные системы отсчёта.

Неинерциальные системы отсчёта. Силы инерции, возникающие при поступательном движении и при вращении. Потенциальная энергия частицы в поле центробежной силы инерции. Зависимость веса тела от географической широты. Отклонение падающих тел от направления отвеса. Маятник Фуко.

6. Свободные, затухающие и вынужденные колебания, волны.

Одномерные гармонические колебания: уравнение движения и его общее решение, начальные условия. Амплитуда, фаза, частота и период колебаний. Период малых колебаний математического маятника и груза на пружине. Малые колебания физического маятника: период колебаний, приведённая длина, центр качания. Теорема Гюйгенса о взаимности точки подвеса и центра качания.

Затухающие одномерные колебания в вязкой среде: уравнение движения и его общее решение, начальные условия. Логарифмический декремент затухания и добротность. Апероодическое движение.

Вынужденные колебания одномерного гармонического осциллятора в вязкой среде под действием синусоидальной внешней силы: уравнение движения и его общее решение, метод неопределённых коэффициентов, начальные условия. Установившиеся колебания, амплитуда и фаза установившихся колебаний, резонанс.

Описание волнового движения, волновое число, фазовая скорость, бегущие и стоячие волны.

7. Специальная теория относительности.

Принцип относительности Эйнштейна, независимость скорости света от движения источника. Система отсчёта в СТО. Преобразования Лоренца. Инвариантность интервала, классификация интервалов. Следствия преобразований Лоренца: относительность одновременности, сокращение масштабов, замедление времени. Релятивистский закон сложения скоростей. Преобразование направления скорости.

Импульс и энергия частицы в СТО. Преобразования Лоренца для импульса и энергии. Эффект Доплера. Система центра масс в СТО. Пороговая энергия при неупругом столкновении двух релятивистских частиц. Уравнение движения релятивистской частицы. Движение релятивистской частицы в постоянном однородном магнитном поле; движение вдоль силовых линий постоянного однородного электрического поля.

8. Элементы механики сплошной среды.

Сжатие и растяжение стержней. Коэффициент Пуассона, закон Гука, модуль Юнга. Всестороннее растяжение и сжатие. Энергия упругой деформации. Скорость распространения продольных упругих возмущений. Деформации сдвига и кручения.

Поле скоростей, линии и трубки тока. Идеальная жидкость. Уравнение Бернулли. Формула Торричелли. Трубка Пито. Расходомер Вентури. Вязкость, сила вязкого трения, формула Пуазейля, число Рейнольдса.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Общая физика: оптика

Цель дисциплины:

- освоение студентами физики волновых явлений и оптики.

Задачи дисциплины:

- знакомство с базовыми экспериментальными фактами в области волновых явлений и оптики;
- усвоение основных концепций, выдвинутых для описания волновых явлений;
- овладение математическими методами, позволяющими решать волновые уравнения;
- решение задач, охватывающих основные приложения физики волн и оптики.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- численные порядки величин, характеризующие оптические явления;
- основы геометрической оптики;
- явления дифракции Френеля и Фраунгофера;
- дифракционный предел разрешения оптических и спектральных приборов;
- понятие пространственной и временной когерентности;
- пространственное преобразование Фурье в оптике;
- основные принципы голографии;
- классическую теорию дисперсии;
- понятия фазовой и групповой скорости;
- формулу для показателя преломления вещества в рентгеновском диапазоне спектра;
- элементарные основы кристаллооптики.

уметь:

- абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных физических ситуаций;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- находить безразмерные параметры, определяющие изучаемое явление;
- производить численные оценки по порядку величины;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- обеспечить достоверность получаемых результатов;
- видеть в технических задачах физическое содержание.

владеть:

- методами решения физических задач по электродинамике;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории, библиотеке и Интернете;
- навыками освоения большого объема информации.

Темы и разделы курса:

1. Геометрическая оптика.

Волновое уравнение как следствие уравнений Максвелла. Плоские электромагнитные волны. Законы отражения и преломления. Преломление света на сферической поверхности раздела двух диэлектрических сред. Параксиальное приближение. Тонкая и толстая линзы. Оптические приборы: лупа, телескоп, микроскоп. Световой поток, сила света, яркость, светимость, освещённость.

2. Голография.

Волновое поле как суперпозиция плоских волн разных направлений (пространственное фурье-разложение). Пространственная частота, пространственный спектр. Дифракция на синусоидальных решетках. Теория Аббе формирования оптического изображения (принцип двойной дифракции). Явление саморепродукции. Методы наблюдения фазовых структур: метод тёмного поля и метод фазового контраста. Представление о фурье-спектроскопии. Принципы голографии. Голограмма Габора. Голограмма с наклонным опорным пучком. Действительные и мнимые изображения. Разрешающая способность голограмм. Понятие об объёмных голограммах Денисюка.

3. Дифракция Фраунгофера.

Критерий подобия дифракционных задач. Волновой параметр и число Френеля. Различие между дифракцией Френеля и дифракцией Фраунгофера. Границы применимости геометрической оптики. Дифракция Фраунгофера на круглом отверстии и на щели. Поле в фокальной плоскости линзы. Дифракционный предел разрешения телескопа и микроскопа.

4. Дифракция Френеля.

Принцип Гюйгенса--Френеля. Граничные условия Кирхгофа. Дифракционные задачи с осевой симметрией. Спираль Френеля и зоны Френеля. Зонные пластинки. Линза как дифракционный прибор. Дифракция Френеля на щели. Зоны Шустера. Интегралы Френеля. Спираль Корню.

5. Интерференция волн.

Плоские и сферические монохроматические электромагнитные волны. Квазимонохроматические волны -- волновые пакеты. Длина пространственной когерентности и время когерентности квазимонохроматической волны. Соотношение неопределённостей "частота-время". Статистическая природа "обычного" света. Лазеры как источники когерентного светового излучения. Принцип суперпозиции и интерференция волн. Интерференционные опыты и схемы. Интерференция монохроматических волн, ширина интерференционных полос. Интерференция квазимонохроматических волн: временная когерентность и видность интерференционных полос. Максимальная разность хода в интерференционных опытах с квазимонохроматическими волнами. Интерференционные явления для волн, испускаемых протяжёнными источниками: пространственная когерентность и видность интерференционных полос. "Ширина" ("радиус") пространственной когерентности.

6. Спектральные приборы.

Дифракционная решетка, интерферометр Фабри--Перо, призма. Характеристики спектральных приборов: разрешающая способность, область дисперсии. Дифракционный предел разрешения спектральных приборов. Дифракция рентгеновских волн, условие Брэгга--Вульфа.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Общая физика: термодинамика и молекулярная физика

Цель дисциплины:

- термодинамика и молекулярная физика» является изучение студентами основных законов термодинамики и молекулярной физики.

Задачи дисциплины:

- знакомство с базовыми экспериментальными фактами в области тепловых и молекулярно-кинетических явлений;

- усвоение основных концепций, используемых для описания тепловых и молекулярно-кинетических явлений;

- овладение простейшими математическими методами, позволяющими решать задачи термодинамики и молекулярной физики;

- решение задач, охватывающих основные приложения термодинамики и молекулярной физики.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- численные порядки величин, характерные для различных тепловых и молекулярно-кинетических явлений;

- основные законы термодинамики и молекулярной физики;

- первое, второе и третье начала термодинамики;

- уравнения состояния идеального газа и газа Ван-дер-Ваальса;

- основные термодинамические потенциалы;

- статистический смысл энтропии;

- распределения Максвелла и Больцмана;

- закон равномерного распределения энергии по степеням свободы;

- физическую сущность фазовых переходов первого и второго рода;

- закономерности явлений переноса (диффузии, вязкости, теплопроводности);
- законы броуновского движения.

уметь:

- абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных физических ситуаций;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- находить безразмерные параметры, определяющие изучаемое явление;
- производить численные оценки по порядку величины;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- обеспечить достоверность получаемых результатов;
- видеть в технических задачах физическое содержание.

владеть:

- методами решения физических задач по термодинамике и молекулярной физике;
- навыками самостоятельной работы в библиотеке и Интернете;
- навыками освоения большого объема информации;
- культурой постановки и моделирования физических задач.

Темы и разделы курса:

1. Газ Ван дер Ваальса.

Уравнение Ван дер Ваальса. Изотермы газа Ван дер Ваальса. Критические параметры. Приведённое уравнение. Закон соответственных состояний. Температура Бойля. Правило Максвелла.

Внутренняя энергия, теплоёмкости, и энтропия газа Ван дер Ваальса. Адиабатический и политропический процессы для газа Ван дер Ваальса. Адиабатическое расширение газа Ван дер Ваальса в вакуум.

Интегральный эффект Джоуля-Томсона для газа Ван дер Ваальса. Кривая инверсии интегрального эффекта в приведённых переменных. Дифференциальный эффект Джоуля-Томсона для газа Ван дер Ваальса. Кривая инверсии дифференциального эффекта в приведённых переменных.

2. Кинетические явления.

Прохождение пучка частиц через газ неподвижных рассеивателей (модель твёрдых шаров). Распределение по пробегам и его свойства. Газокинетическое сечение. Средняя длина свободного пробега частицы в "своём" газе и в смеси двух газов.

Вязкость газа. Теплопроводность, закон Фурье. Коэффициент теплопроводности одноатомного газа.

Взаимная диффузия двух газов, закон Фика. Коэффициент диффузии. Диффузия как процесс случайного блуждания. Формула Эйнштейна для среднего квадрата смещения частицы за заданное время. Подвижность. Связь подвижности с коэффициентом диффузии. Подвижность броуновской частицы.

Явления переноса в разреженных газах. Эффект Кнудсена. Эффузионное разделение газовых смесей. Течение разреженного газа через трубу.

3. Основные законы термодинамики.

Газовые законы. Абсолютная температура. Уравнение состояния идеального газа. Постоянная Больцмана. Первое начало термодинамики. Равновесные и квазиравновесные процессы. Общее выражение для работы газа при равновесном процессе. Работа при изотермическом расширении идеального газа. Циклические процессы. Тепловой двигатель, холодильная машина, тепловой насос и характеристики их эффективности.

Теплоёмкость. Независимость внутренней энергии идеального газа от объёма. Уравнение Майера. Адиабатический и политропический процессы (идеальный газ). Уравнение Бернулли для адиабатического течения идеального газа. Скорость истечения газа из отверстия. Скорость звука в газах.

Второе начало термодинамики. Первая теорема Карно. Равенство Клаузиуса. Энтропия. Энтропия идеального газа. Объединённое уравнение первого и второго начал термодинамики. Неравенство Клаузиуса. Возрастание энтропии адиабатически изолированной системы. Адиабатическое расширение идеального газа в вакуум. Парадокс Гиббса. Невозможность существования вечного двигателя второго рода. Вторая теорема Карно. Верхняя граница КПД произвольного цикла.

Термодинамические потенциалы. Энтальпия, свободная энергия, потенциал (энергия) Гиббса. Соотношения Максвелла. Следствия соотношений Максвелла: зависимость внутренней энергии и теплоёмкости однородной системы от объёма, разность , изотермическое и адиабатическое сжатие жидкостей. Термодинамика деформации стержней.

Третье начало термодинамики и его следствия: обращение в нуль при теплоёмкостей, коэффициента теплового расширения и термического коэффициента давления; недостижимость абсолютного нуля.

4. Поверхностные явления.

Поверхностное натяжение, формула Лапласа. Термодинамика поверхностного натяжения.

Зависимость давления насыщенного пара от кривизны поверхности жидкости. Кипение. Роль зародышей при образовании новой фазы.

5. Статистические распределения. Теория теплоёмкостей. Флуктуации.

Распределение Максвелла (распределение молекул по физически бесконечно малым объёмам пространства скоростей). Среднеквадратичная скорость. Распределение молекул по компонентам и абсолютным значениям скорости. Наиболее вероятная скорость, средний модуль скорости.

Число столкновений молекул с единицей площади стенки за единицу времени. Средняя энергия молекул, вылетающих в вакуум через малое отверстие.

Равновесие газа во внешнем потенциальном поле. Распределение Больцмана. Барометрическое распределение.

Распределение Гиббса. Эквивалентность статистической и термодинамической температур. Статистический смысл энтропии. Статистическая сумма и её связь с термодинамическими потенциалами.

Элементы квантовой теории теплоёмкостей. Статистическая сумма, внутренняя энергия и теплоёмкость двухатомного идеального газа. Характеристические температуры. Классический закон равномерного распределения энергии по степеням свободы. Теплоёмкость кристаллов (закон Дюлонга–Пти).

Флуктуации числа частиц в заданном объёме идеального газа. Флуктуации объёма и температуры. Зависимость флуктуаций от числа частиц. Термодинамическая теория флуктуаций. Влияние флуктуаций на чувствительность измерительных приборов.

6. Фазовые превращения.

Экстремальное свойство термодинамического потенциала Гиббса. Условия равновесия двух фаз. Химические потенциалы. Кривая равновесия. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Фазовые переходы первого и второго рода.

Диаграмма состояний системы жидкость-пар. Критическая точка. Правило рычага. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Теплоёмкость насыщенного пара. Зависимость теплоты фазового перехода от температуры (общее уравнение и его решение для системы жидкость-пар вдали от критической точки).

Устойчивость фаз. Метастабильные состояния. Диаграмма состояний системы лёд–вода–пар. Тройная точка.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Общая физика: электричество и магнетизм

Цель дисциплины:

- освоение студентами основ классической электродинамики и знакомство студентов с элементами оптики и теории поля.

Задачи дисциплины:

- знакомство с базовыми экспериментальными фактами в области электричества и магнетизма;
- усвоение уравнений Максвелла в вакууме и в материальных средах, описывающих все электродинамические явления;
- овладение математическими методами, позволяющими решать уравнения Максвелла;
- решение задач, охватывающих основные приложения электродинамики.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- численные порядки величин, характеризующие электрические и магнитные явления;
- основные законы электродинамики в вакууме и веществе (уравнения Максвелла);
- законы электростатики и магнитостатики;
- явление электромагнитной индукции;
- выражение закона сохранения энергии для электромагнитного поля;
- квазистационарные электромагнитные явления;
- элементарную теорию волноводов и объемных резонаторов;
- основные понятия о плазме.

уметь:

- абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных физических ситуаций;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- находить безразмерные параметры, определяющие изучаемое явление;
- производить численные оценки по порядку величины;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- обеспечить достоверность получаемых результатов;
- видеть в технических задачах физическое содержание.

владеть:

- методами решения физических задач по электродинамике;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории, библиотеке и Интернете;
- навыками освоения большого объема информации;
- культурой постановки и моделирования физических задач.

Темы и разделы курса:

1. Магнитостатика.

Закон Ампера взаимодействия токов. Магнитное поле постоянных токов в вакууме как векторное поле. Индукция \ магнитного поля. Закон Био-Савара-Лапласа. Силы Ампера и Лоренца. Магнитное поле прямого провода.. Единицы СГСЭ и СГСМ. Опыт Вебера-Кольрауша и электродинамическая постоянная с.. Магнитное поле витка с током. Магнитное поле соленоида. Теорема о циркуляции магнитного поля в интегральной и дифференциальной формах. Магнитное поле проводников с токами: толстого провода, коаксиального кабеля, соленоида, тороида, движущейся заряженной плоскости. Магнитное поле системы токов на большом удалении от этой системы. Магнитный диполь. Момент сил, действующих на диполь, и энергия магнитного диполя в магнитном поле. Магнитные моменты атомов и молекул. Качественные представления о механизме намагничивания парамагнетиков и диамагнетиков. Вектор намагниченности вещества. Свободные токи и токи намагничивания. Магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость вещества. Напряженность магнитного поля. Характер изменения напряжённости и индукции магнитного поля на границе раздела двух магнетиков.

2. Переменные токи.

Колебательный контур. Свободные затухающие колебания электрического тока в контуре. Коэффициент затухания, логарифмический декремент затухания и добротность контура. Энергия, сосредоточенная в колебательном контуре. Энергетический смысл добротности. Вынужденные колебания электрического тока под действием внешнего синусоидального напряжения. Амплитудная и фазовая характеристики тока и напряжений. Резонанс. Процесс установления стационарных колебаний. Условие квазистационарности тока.

Гармонические (синусоидальные) токи. Представление колебаний электрического тока и напряжений через комплексные величины. Векторные диаграммы. Комплексное сопротивление (импеданс) элемента цепи переменного тока. Правила Кирхгофа для переменных токов. Работа и мощность переменного тока. Действующие значения тока и напряжения. Вынужденные электрические колебания в контуре. Связь ширины резонансного пика с добротностью контура. Резонанс напряжений и резонанс токов. Резонансный трансформатор Тесла. Интегрирующие и дифференцирующие аналоговые схемы. Параметрическое возбуждение колебания. Понятие об автоколебаниях. Генератор Ван-дер-Поля. Обратная связь. Распространение переменного тока по длинному проводу (кабелю). Уравнения, связывающие ток и напряжение на малом участке кабеля (телеграфные уравнения). Ёмкость, индуктивность, сопротивление и утечка на единицу длины кабеля. Условие распространения сигнала по кабелю без затухания. Условие распространения сигнала с затуханием, но без искажения. Скорость распространения сигнала по кабелю. Волновое сопротивление кабеля.

3. Постоянные токи.

Постоянный ток. Сила и плотность тока. Уравнение непрерывности электрического заряда. Закон Ома в интегральной и дифференциальной формах. Электродвижущая сила. Правила Кирхгофа. Работа и мощность постоянного тока. Закон Джоуля-Ленца. Объёмные токи. Проводимость диода, закон Ленгмюра.

4. Электродинамика.

Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях. Преобразования полей при переходах из одних инерциальных систем отсчёта в другие. Электромагнитная индукция в движущихся и неподвижных проводниках. Электродвижущая сила индукции (закон Фарадея). Правило Ленца. Вихревое электрическое поле. Непрерывность силовых линий магнитного поля. Первая пара уравнений Максвелла. Ток смещения. Вторая пара уравнений Максвелла. Полная система уравнений Максвелла в вакууме. Волновое уравнение. Электромагнитные волны в свободном пространстве, скорость их распространения. Электромагнитная природа света. Уравнения Максвелла и электромагнитная индукция. Взаимная индуктивность контуров; теорема взаимности. Коэффициент самоиндукции контура. Индуктивность длинного соленоида. Энергия, сосредоточенная в индуктивности. Плотность энергии магнитного поля. "Энергетические" определения коэффициентов взаимной индуктивности и коэффициента самоиндукции. Энергетический метод вычисления сил в магнитном поле. Подъёмная сила электромагнита.

5. Электромагнитные волны в средах.

Диэлектрические среды: индукция электрического поля и диэлектрическая проницаемость среды. Магнитные среды: напряжённость магнитного поля и магнитная проницаемость среды. Плотность тока смещения (тока связанных зарядов) в среде. Уравнения Максвелла и материальные уравнения (уравнения связи) в изотропной среде. Плотность энергии и плотность потока энергии (вектор Пойнтинга) электромагнитного поля в изотропной среде (в частности - в вакууме). Понятие об импульсе и моменте импульса (угловом моменте) электромагнитного поля. Плоская линейно поляризованная электромагнитная волна в однородной диэлектрической среде (в частности - в вакууме). Частота волны, волновой вектор. Фазовая скорость волны. Коэффициент преломления среды. Поперечность плоской волны. Вектор Пойнтинга для плоской волны. Давление излучения. Проводящие среды. Экранировка, дебаевский радиус. Плазменная частота. Плоская электромагнитная волна в

проводящей среде. Скин-эффект. Распространение электромагнитных волн в "газе" осцилляторов. Дисперсия и затухание волн. Нормальная и аномальная дисперсии. Волновой пакет конечной протяженности. Групповая скорость. Формула Рэлея. Дисперсия электромагнитных волн в средах со свободными зарядами (металлы, плазма). Диэлектрическая проницаемость плазмы.

6. Электростатика.

Электрические заряды. Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Единицы СИ и ГС измерения электрических величин. Принцип суперпозиции Поток векторного поля. Теорема Гаусса для электрического поля в вакууме. Электрическое поле заряженных тел: сферы, шара, нити, цилиндра, плоскости, слоя. Линейный интеграл и циркуляция векторного поля. Потенциальные и вихревые векторные поля. Потенциал электрического поля. Связь напряженности поля с градиентом потенциала. Проводники в постоянном электрическом поле. Граничные условия для электрического поля на заряженной поверхности проводника Электрический диполь. Потенциал и напряжённость поля электрического диполя. Уравнение Пуассона для потенциала постоянного электрического поля. Общая задача электростатики. Метод изображений. Электрические ёмкости. Конденсаторы. Энергия взаимодействия зарядов. Энергия электрического поля и ее локализация в пространстве. Сила, действующая на элемент поверхности проводника (давление электрического поля). Энергия диполя в электрическом поле и момент сил, действующих на диполь. Электрическая поляризуемость атомов и молекул. Вектор поляризации вещества (диэлектрика). Свободные и связанные заряды. Диэлектрическая восприимчивость и диэлектрическая проницаемость вещества. Индукция электрического поля. Энергия электрического поля в диэлектрической среде.

7. Элементы оптики.

Бегущие и стоячие электромагнитные волны. Электромагнитные волны в прямоугольных волноводах. Критическая частота волновода. Объёмный резонатор. Стоячие электромагнитные волны (моды электромагнитного излучения). ТЕ- и ТМ-волны. Отражение и преломление электромагнитных ТЕ- и ТМ-волн на границе раздела сред. Закон Снеллиуса. Формулы Френеля для коэффициентов отражения и прохождения. Угол Брюстера. Полное внутреннее отражение. Туннельный эффект. поляризации плоской волны. Затухание волны в среде. Поляроиды. Закон Малюса. Электромагнитные волны в анизотропных средах. Одноосные кристаллы. Двойное лучепреломление и поляризационные призмы. Пластинки в четверть волны и в половину волны. Поворот плоскости поляризации в магнитном поле (эффект Фарадея).

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Операционные системы UNIX

Цель дисциплины:

- получение базовых знаний об организации операционных систем, разделении обязанностей между аппаратным обеспечением и ядром операционной системы. Рассмотрение концепций современных операционных систем производится на примере операционной системы Unix. Рассматриваются пользовательский интерфейс Unix, программирование на языке Unix Shell, использование системных вызовов для взаимодействия с ядром в программах на языке Си.

Задачи дисциплины:

- изучение основных концепций и принципов проектирования операционных систем. Рассмотрение взаимодействия ядра операционной системы с аппаратным обеспечением современных компьютеров;
- рассмотрение реализации основных концепций современных ОС на примере Unix (понятия процесс, планировщик процессов файл и др.);
- знакомство с командной оболочкой Unix Shell на уровне пользователя и программиста. Выполнение лабораторных работ по написанию Shell-скриптов. Выполнение лабораторных работ на других скриптовых языках, в том числе, sed и AWK;
- изучение основных системных вызовов Unix. Программирование на языке Си с использованием системных вызовов.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные компоненты ОС общего назначения, необходимые для её функционирования;
- основные команды, необходимые для уверенной работы в Unix Shell на уровне пользователя;
- управляющие операторы и управляющие конструкции Unix Shell, необходимые для написания shell-скриптов.

уметь:

- работать в командной оболочке Unix Shell, писать скрипты для Unix Shell, писать программы на языке Си с использованием системных вызовов ОС Unix.

владеть:

- приёмами программирования на скриптовых языках на примере Unix Shell, awk и sed.

Темы и разделы курса:

1. Организация ОС Unix, командная оболочка ОС Unix

Основные особенности ОС UNIX. История UNIX. Версии UNIX. Многозадачность. Режим разделения времени. Виртуальная память. Многопользовательская ОС. UID и GID. Права доступа к файлам. Процессы. Выполняемые файлы. Атрибуты процессов. Файлы /etc/passwd, /etc/group и /etc/master.passwd. Login Shell. Домашняя директория.

Авторизация пользователей. Виды терминалов. Программа putty. Man. Управление терминалом с помощью stty. Файл termcap. Горячие клавиши. csh и sh. История. Bash. Переменные. Операторы присваивания. Встроенные и внешние команды. Спецкомментарий #!. PATH. Команда echo. Подстановки. Порядок подстановок. Экранирование символов. Запуск внешних команд shell-ом. Приглашение. Интерактивный shell. PS1 и PS2. Переменные окружения. Shell scripts. Файл .profile. Задача "hello".

Права доступа к файлам и директориям. Команды chown, chmod, chgrp. SUID -ные программы. Sticky bit. Файловые шаблоны. Перенаправление ввода/вывода. Условия в shell. Код возврата. Управляющие конструкции. Команда test. Группировка команд с помощью фигурных и круглых скобок. Чтение файлов с помощью команды read. Переменная IFS. Задача ФИО.

Файловые системы. Древоподобная структура оглавлений. Назначение основных директорий. Рабочая директория. Относительные и полные имена файлов. Команды работы с файлами. Имя переменной в фигурных скобках. Задание значения переменной по умолчанию. Редактирование значения переменной. Доступ к аргументам командной строки. Команда shift. Специальные переменные. Отладка программ на shell. Задача whichx.

Структура файловой системы. Inodes. Жесткие и мягкие ссылки. Типы файловых объектов. Оглавления . и .. . Корневая файловая система. Монтирование файловых систем. Фоновые процессы. Управление фоновыми процессами. Задача catslow.

Символьные и блочные устройства. Оглавление /dev. Создание файлов устройств. Разделы и слайсы. Подготовка жестких дисков для использования в ОС UNIX. Кэширование дисков. Команда sync. Сигналы. Причины возникновения сигналов. Дамп памяти. Обработка сигналов по умолчанию. Управляющий терминал. Сеансы. Задача execbg.

Программы работы с файлами: cp, mv, cat, split, head, tail, find, locate, xargs. Функции в shell. Команда source. Задача addpath

Пакетная обработка заданий. Cron. Формат файла crontab. Пользовательские crontab. Организация взаимного исключения доступа к файлам. Задача «отдел кадров»

Pipes. Фильтры. Примеры программ-фильтров. Временные файлы. Mktemp. Оглавление /tmp. Изменение номеров inodes при редактировании, копировании и перемещении файлов. Задача overwrite.

Команды работы с процессами: ps, top. Оглавление /proc. Приоритеты процессов. Команда nice. Регулярные выражения. Диалекты регулярных выражений. Программы обработки текстов: ed, sed, grep, cut. Задача frame.

Организация вычислений в shell. Команда exec. Команда env. Использование exec для перенаправления ввода/вывода. Команда expr. Хэш таблицы. Создание хэш таблиц в shell. Задача workers.

Форматы файлов. Команда File. Magic file. Библиотеки. Команда tar. Резервное копирование. Команды dump и restore. Инкрементный backup. Файл dumpdates. Алгоритм Ханойской башни. Команда dd. Учет работы пользователей в ОС Unix. Файлы utmp и wtmp. Команды who, w, finger, last, ac. Задача ucounter.

Awk. Селекторы и действия. Управляющие конструкции. Поля. Специальные переменные. Встроенные функции. Индексы массивов в awk. Селекторы BEGIN и END. Задача «частотный словарь».

Дисковые квоты. Grace period. ulimits. Виды пользовательских лимитов.

Perl. Скаляры, массивы и хэштаблицы. Основные управляющие конструкции. Суффиксы команд. Ввод/вывод. Встроенные функции. Специальные переменные. Ключи командной строки. Обработка файла на месте.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Основы водородной энергетики

Цель дисциплины:

- приобретение студентами знаний об основных инновационных методах производства, передачи и преобразования энергии; механизмов элементарных процессов, лежащих в основе этих методов; роли биотехнологий, нанотехнологий и наноструктурных материалов в развитии данных методов.

Задачи дисциплины:

- освоение основных понятий природоподобных энергетических технологий, а также основных терминов и определений в этой области в соответствии с международными стандартами;
- освоение навыков работы со специальной литературой в предметной области;
- получение знаний об электрохимической и водородной энергетике.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- природу и механизм основных физико-химических процессов получения и преобразования энергии;
- основные технологии производства и преобразования энергии и их аппаратное оформление;
- вопросы экологии и техносферной безопасности.

уметь:

- проводить поиск и анализ научно-технической информации и патентной литературы по заданной тематике в области природоподобных энергетических технологий и наноматериалов для их реализации;
- использовать фундаментальные знания в области формирования наносистем для решения практических задач, связанных с получением наноструктурированных неорганических и гибридных материалов, биоэлектронных систем и их компонентов;

- использовать полученные знания в области систем получения и преобразования энергии для практического применения.

владеть:

- специальной терминологией в области нанотехнологий и методов синтеза наноструктур;
- специальной терминологией в области природоподобных энергетических технологий;
- методами обработки, анализа и систематизации научно-технической и патентной информации;
- навыками освоения большого объема новой информации;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными.

Темы и разделы курса:

1. Водородная энергетика.

Водородная энергетика. Основные понятия и направления развития. Роль наноструктурных систем в водородной энергетике.

2. Катализ и катализаторы.

Физические, химические и физико-химические методы получения катализаторов для водородной энергетике

3. Водород.

Водород. Физико-химические свойства. Цепные реакции с участием водорода. Горение и взрыв водородосодержащих смесей.

4. Физико-химические процессы, лежащие в основе получения водорода.

Физико-химические процессы, лежащие в основе получения водорода. Основные технологии получения водорода и их аппаратурное оформление.

5. Физико-химические процессы, лежащие в основе хранения и транспортировки водорода.

Физико-химические процессы, лежащие в основе хранения и транспортировки водорода. Основные технологии хранения и транспортировки водорода, их аппаратурное оформление.

6. Физико-химические процессы, лежащие в основе использования водорода для производства энергии.

Физико-химические процессы, лежащие в основе использования водорода для производства энергии. Основные технологии использования водорода для производства энергии, их аппаратурное оформление.

7. Водородные технологии в альтернативной энергетике.

Водородные технологии в альтернативной энергетике. Вопросы водородной безопасности.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Основы когнитивных наук

Цель дисциплины:

- изучение научных принципов и методов исследования когнитивных процессов, подготовка к дальнейшему профессиональному использованию этих знаний при разработке перспективных конвергентных технологий.

Задачи дисциплины:

- ознакомление студентов с базовыми теоретическими понятиями и методическими процедурами в области когнитивных наук и технологий;

- демонстрация практического значения междисциплинарных исследований, направленных на изучение когнитивных процессов у человека;

- выработка навыков самостоятельного поиска и оценки информации в области когнитивных наук и технологий;

- подготовка к экспериментальным исследованиям когнитивных процессов у человека в кооперации с представителями когнитивных наук – антропологами, психологами, лингвистами, физиологами, разработчиками систем искусственного интеллекта и робототехники.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные этапы научного изучения сознания, восприятия, внимания, памяти и других когнитивных процессов;

- основные проблемы и естественнонаучные методы современных междисциплинарных исследований когнитивных процессов у человека;

- теоретические модели и эмпирические закономерности развития и распада когнитивных процессов у человека;

- основные подходы к математическому описанию и техническому моделированию когнитивных процессов;

- о необходимости учета когнитивных характеристик человека при разработке технических систем, прямо или косвенно предназначенных для взаимодействия с человеком.

уметь:

- использовать на практике теоретические понятия и известные эмпирические закономерности современных когнитивных наук;
- выделять естественнонаучный аспект задачи, абстрагируясь от несущественных и субъективных влияний на проблемную ситуацию;
- находить общий методический подход, необходимый для решения задач в области когнитивной эргономики и инженерии человеческого фактора;
- работать на современном экспериментальном оборудовании, предназначенном для когнитивных исследований.

владеть:

- многофакторным планированием экспериментов в когнитивных исследованиях и математико-статистическим аппаратом обработки их результатов;
- навыками психофизических измерений;
- навыками общения с представителями когнитивных наук – антропологами, психологами, лингвистами, нейрофизиологами, разработчиками систем искусственного интеллекта и робототехники;
- навыками самостоятельного поиска данных когнитивных исследований в журнальных публикациях и Интернете, а также оценки научной надежности этих данных.

Темы и разделы курса:

1. Архитектура интеллекта человека.

Ограниченная рациональность человека.

Подходы к описанию интеллекта в исторической антропологии, психометрике, исследованиях развития, информатике и нейроинформатике. Высшие когнитивные процессы: концептуальные структуры и метакогнитивные координации. Механизмы воображения. Особенности решения малых мыслительных задач. Гипотеза лингвистической относительности: данные, подтверждающие эту гипотезу в варианте «мышление для речи». Теории Пиаже и Выготского. Индивидуальная теория психики (Theory of Mind). Критика представлений о развитии ментальной логики в исследованиях процессов умозаключений: задача селекции Уайзена, Monty Hall Dilemma, проблемы с решением задач в вероятностном формате данных. Ограниченная рациональность человека по Канеману. Эвристики доступности и репрезентативности. Эффект эмоционального обрамления. Моральные эвристики.

Вертикальное и горизонтальное измерения интеллекта.

Когнитивно-аффективные процессы. Вертикальное измерение интеллекта по Б.М. Величковскому: уровни когнитивной организации от А до F, их функции и нейрофизиологический субстрат. Синдромы выпадения уровней. Возможные генетические

механизмы: синдром Уильямса и расстройства аутистического спектра. Горизонтальное измерение эмоционально-мотивационной сферы по Панксеппу: системы SEEKING, LUST, CARE, PANIC, FEAR, RAGE, PLAY. Роль нейротрансмиттеров. Типичные дисфункции и нарушения. Исследования механизмов стресса в биологии и психологии. Роль когнитивной оценки ситуации. Проблема индивидуальной стрессоустойчивости человека.

2. Внимание и проблема сознания.

Внимание и действие.

Активность познания: исследования активного зрения и осязания. Виды движений глаз, их мозговые механизмы. Сложности с определением понятия «внимание». «Внешнее и внутреннее», «произвольное и рефлексорное» внимание. Внимание как фильтр. Эксперименты по селективному слушанию. Эффект беседы за коктейлем. Эффект октавы. Внимание как умственное усилие. Представление об ограниченном пуле ресурсов обработки информации. Позитивные и негативные эффекты внимания. Слепота невнимания. Эффекты слепоты к изменению. Внимания как когнитивный контроль. Теория трех систем внимания Познера. Диссоциация эффектов сознания и внимания.

Модели и методы изучения сознания.

Спекулятивные теории сознания в психоанализе и философии. Понятие картезианского театра Декарта, «оруэлловская» и «сталинская» теории сознания. Нейрофизиологические теории частотного кодирования Зингера, Крика и Коха. Понятие когнитивных автоматизмов. Подходы к операциональному различению сознательных и бессознательных процессов: методика проигрыша-выигрыша Познера-Снайдера, сопоставление наклонов функций положительных и отрицательных ответов в задачах поиска, методика диссоциации процессов Джэкоби. Уровневые эффекты в феноменах слепого зора (blind sight) и игнорирования полупространства. Место сознания в теории уровней построения движений Бернштейна.

3. История и современное состояние когнитивных исследований.

Философские и естественнонаучные основания когнитивных исследований.

Эмпиризм и рационализм в трактовке познания: Декарт, Локк, Юм, Лейбниц и Кант. Попытка натурфилософского синтеза. Возникновение физиологии, лингвистики и экспериментальной психологии: Вильгельм Гумбольдт, Гельмгольц и Сеченов. Психология сознания Вундта и ее критика: психоанализ, бихевиоризм и гештальтпсихология. Культурно-исторические течения. Нейропсихология Лэшли, Хэбба и Лурия. Возникновение когнитивного подхода. Роль «картезианской лингвистики» Хомского и математической теории коммуникации Шеннона-Уивера.

Основные подходы и проблемы современной когнитивной науки.

Три базовые теоретические модели: компьютерная метафора, модулярность познания и иерархические модели. Описательные исследования в антропологии, лингвистике и генетике. Экспериментальные исследования познавательных процессов в психологии и, отчасти, лингвистике. Развитие нейрокогнитивных методов и теоретических моделей: когнитивные нейронауки. Когнитивная геномика. Проблемы искусственного интеллекта и

вычислительный подход. Усиливающееся практическое значение когнитивных исследований. Когнитивная наука и конвергентные (НБИК) технологии. Практическое значение когнитивных исследований в эргономике, инженерии человеческого фактора и повседневной жизни. Когнитивная эргономика и нейроэргономика. Исследования невербальной памяти и создание графических интерфейсов пользователя. «Ограниченная рациональность» человека по Канеману. Перцептивные и когнитивные иллюзии. Иронии автоматизации и возможности их преодоления: когнитивные интерфейсы.

4. Концептуальные структуры, язык и речевое общение.

Психосемантика.

Подходы к проблеме значения в логике, лингвистике, психологии и нейрофизиологии. Семантические сети и пространства. Латентный семантический анализ. Понятия базового уровня по Рош. Роль отдельных примеров и ситуативных факторов. Межкатегориальная организация знаний: онтологии и схемы. Репрезентация невербального знания и пространственного окружения: когнитивные карты и коллажи. Сценарии и грамматики историй. Глобальные когнитивные модели. Наивные модели мира: физика и психология обыденного сознания. Фундаментальная ошибка атрибуции. Культурная антропология и межкультурные исследования веры в сверхъестественное.

От фонетики к прагматике речи.

Разнообразие языков и их эволюция. Возможные генетические механизмы. Язык и речь. Восприятие и порождение речи. Фонология и просодика. Теория речевых действий. Развитие навыков чтения. Нейропсихологические синдромы и модели. Когнитивные исследования грамматики. Критика трансформационной модели Хомского в психологии и когнитивной лингвистике. Теория глубинных семантических ролей, грамматики конструкций. Прагматика коммуникативных ситуаций. Принцип кооперативности Грайса. Несовпадение значения и смысла: исследование метафорической речи. Теория ментальных моделей Джонсон-Лэйрда. Пропозициональные установки. Теория ментальных пространств Фоконье.

5. Методы современных когнитивных исследований.

Общие принципы и основы планирования.

Проблемы валидности и надежности методов, экологическая валидность исследований в когнитивной науке. Создание реалистических и одновременно контролируемых условий с помощью систем виртуальной реальности. Наблюдение, эксперимент и квазиэксперимент в когнитивных исследованиях. Основы факторного планирования эксперимента. Методы видеорегистрации и анализа поведения. Современные системы регистрации движений глаз («айтрекинг») и изменений диаметра зрачка. Психофизиологические методы анализа кардиоваскулярной активности и кожно-гальванических реакций.

Инвазивные и неинвазивные методы нейрокогнитивных исследований активности головного мозга человека. Микроэлектродное отведение активности нейронов. Электроэнцефалограмма (ЭЭГ) и методика вызванных потенциалов (ВП/ ERP). Магнитоэнцефалограмма (МЭГ). Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ). Методы, основанные на эффекте ядерного магнитного резонанса: МРИ, ДТИ, фМРИ и МРС.

Проблемы с методом вычитания. Метод транскраниальной магнитной стимуляции (ТМС). Новые подходы, такие как НИРС, МИТ и АВІ – Analyzer-Based X-ray Imaging. Молекулярный имаджинг. Геномные исследования в когнитивной науке: перспективы молекулярной психологии.

6. Примеры и перспективы практического применения когнитивной науки в конвергентных технологиях.

Когнитивные технологии.

Понятие когнитивных технологий как части НБИК развития. Ранние примеры когнитивных технологий на пересечении с информатикой: графические интерфейсы пользователя и системы виртуальной реальности. Примеры второго поколения когнитивных технологий: 1). Интерфейсы, чувствительные к вниманию пользователя (Инфо-Когно); 2). Интермодальные интерфейсы на базе новых наноматериалов (Нано-Инфо-Когно); 3). Методы экспликации сознания и диагностики эмоций (Био-Инфо-Когно); 4). Методы распознавание жестов (Инфо-Когно); 5). Антропоморфные агенты / аватары (Инфо-Когно); 6). Методы когнитивной геномики и когнотропные субстанции (Био-Нано-Когно); 7). Нейромаркетинг, нейроэкономика и нейроэргономика (Био-Когно); 8). Методы молекулярного “ремонта” памяти человека (Био-Нано-Когно).

Искусственный интеллект и человеческий разум.

Перспективы моделирования когнитивных процессов и возникающие при этом проблемы. Тест Тьюринга. Проблема «заземления» символических преобразований. Китайская комната Сёрля. Гипотеза телесности познания. Проблема Юма. Проблема идентификации субъекта деятельности, принятия решений и контроля действий в нейрокогнитивных исследованиях. Моральная ответственность исследователя за исследования и разработки, ведущие к экспликации состояний сознания и контролю поведения.

7. Сенсорные системы и процессы восприятия.

Сенсорно-перцептивная организация человека и ее эволюция.

Пластичность и избыточность в организации сенсорно-перцептивных систем. Нейронные механизмы и теория Фурье-разложения. Интермодальные эффекты и синестезии. Схема тела. Разновидности боли и проблема фантомных конечностей. Кожно-тактильная чувствительность. Эксперименты с резиновой рукой и субъективной сменой тела. Проблема зрительно-вестибулярных взаимодействий в авиации, космонавтике и системах виртуальной реальности. Зрительно-акустические эффекты: эффект Мак-Гурка в экспериментах с видимой речью (visible speech). Ограниченность эффектов «зрительного плена». Теории квантованного и непрерывного перцептивного времени.

Восприятие пространственных и динамических характеристик объектов.

Современный статус законов перцептивной организации гештальтпсихологии. Понятие системы отсчета и эксперименты Дункера с индуцированным движением. Иллюзии восприятия движения. Восприятие удаленности и глубины. Стереогаммы Юлеза. Теория двух зрительных систем: восприятие «где» и восприятие «что». Дорзальный и вентральный потоки переработки сенсорной информации в зрительной, слуховой и соматосенсорной

коре. Данные нейробиологии и уточнение функций дорзального потока в экспериментах на восприятии крутизны холмов и оптико-геометрических иллюзий.

Восприятие индивидуальных характеристик предметов и их поверхностей. Зависимость от привычной пространственной ориентации: эксперименты Рока с одновременным яркостным контрастом и эффект Тэтчер. Проблемы «простого и сложного», «локального и глобального» в восприятии формы. Эффект превосходства объекта. Вклад задних отделов левого и правого полушарий. Модулярная организация механизмов вентрального потока. Восприятие общего смысла ситуации. Механизмы социального восприятия. Эффекты биологического движения. Восприятие лица и эмоций. Роль контактов «глаза-в-глаза». Нейрокогнитивные эксперименты с антропоморфными агентами (аватарами).

8. Структура памяти и процессы обучения.

Системы памяти человека.

Разнообразие мнестических эффектов: эксплицитная и имплицитная память. Специфика памяти человека: роль «внешней памяти» (культурных артефактов) и когнитивного контроля. Воспроизведение и узнавание. Кривая забывания Эббингауза. Классические эффекты края и их интерпретация. Трехкомпонентные модели: сенсорная, кратковременная и долговременная память. Роль проговаривания и семантического кодирования. Память на сложный зрительный материал. Модификация модели: понятие рабочей памяти.

Семантическая и эпизодическая память. Амнезия на источник полученной информации. Теория специфического кодирования Тулвинга. Теория уровней обработки Крэйка. Современные многоуровневые модели. Нейропсихологические и нейрофизиологические подходы. Роль NMDA-синапсов. Особенности нейрогенеза структур гиппокампа.

Обучение и обучаемость.

Множественность форм обучения у человека: настройка (tuning) автоматизмов, накопление и преобразование знаний. Теории формирования навыков. Мнемотехника. Амнезии в клинике и в обыденной жизни. Посттравматический синдром (PTSD). Развитие памяти и обучения в онтогенезе. Специфика возрастных изменений памяти в норме и патологии. Генетические и нейрофизиологические механизмы нейродегенеративных заболеваний. Аллель APOE $\epsilon 4$ и болезнь Альцгеймера. Роль когнитивного контроля и социальной поддержки.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Основы общей и неорганической химии

Цель дисциплины:

теоретическое и практическое освоение основных разделов общей и неорганической химии с учетом современных тенденций развития химической науки. Это позволит:

- понять логику и возможности химии, особенности химического подхода к изучению окружающего мира;
- понимать и использовать язык химических формул и уравнений;
- предсказывать структуру и свойства веществ, их способность взаимодействовать с другими веществами;
- понять движущие силы химических реакций, особенности их протекания и способы управления ими.

Задачи дисциплины:

- создание у обучающихся современных представлений о строении вещества, о связи строения и свойств веществ с характером химической связи и с положением составляющих их элементов в Периодической системе;
- знакомство с принципами, определяющими свойства химических реакций;
- знакомство с кинетическим и термодинамическим подходами к описанию химических процессов с целью оптимизации условий их практической реализации;
- описание важнейших свойств неорганических соединений и закономерностей их изменения в зависимости от положения составляющих их элементов в Периодической системе.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные понятия химии: вещество, химический элемент, атом, молекула, относительные атомная и молекулярная массы, ион, аллотропия, изотопы, химическая связь, электроотрицательность, валентность, степень окисления, моль, молярная масса, молярный объем, растворы, электролит и неэлектролит, электролитическая диссоциация, кислота,

основание, окисление и восстановление, тепловой эффект реакции, скорость химической реакции, катализ, химическое равновесие;

- основные законы химии: закон сохранения массы и энергии, кратных отношений, постоянства состава, объемных отношений; кинетический и термодинамический закон действующих масс;

- общие сведения о химическом элементе (название, химический символ, относительная атомная масса);

- положение химического элемента в Периодической системе (порядковый номер, период, группа, подгруппа);

- строение атома элемента (заряд ядра; число протонов и нейтронов в ядре; число электронов);

- электронная конфигурация, распределение электронов по энергетическим уровням, подуровням и атомным орбиталям;

- свойства простого вещества, образуемого данным элементом (металл, неметалл, агрегатное состояние при обычных условиях, тип химической связи в веществе);

- высший оксид и соответствующий ему гидроксид (формулы, валентность и степень окисления элемента в соединении), их кислотно-основные свойства;

- водородное соединение (формула, валентность и степень окисления элемента в соединении); другие соединения элемента (формулы, катионная или анионная форма).

уметь:

- называть неорганические вещества по «тривиальной» или международной номенклатуре;

- определять: валентность и степень окисления химических элементов, тип химической связи в соединениях, заряд иона, характер среды в водных растворах неорганических соединений, окислительные и восстановительные свойства соединения;

- составлять структурные формулы молекул и предсказывать их геометрию;

- характеризовать: элементы в периодах и группах по их положению в Периодической системе Д.И. Менделеева; общие химические свойства металлов, неметаллов, основных классов неорганических соединений;

- объяснять: зависимость свойств веществ от их состава и строения; природу химической связи (ионной, ковалентной, металлической), зависимость скорости химической реакции и положения химического равновесия от различных факторов;

- составлять уравнения и схемы химических реакций и проводить по ним стехиометрические расчеты;

- выполнять химический эксперимент по распознаванию важнейших неорганических веществ и получению простейших веществ;

- проводить самостоятельный поиск химической информации с использованием различных источников (научных изданий, компьютерных баз данных, ресурсов Internet).

Владеть:

- методами определения возможности протекания химических превращений в различных условиях и оценки их последствий;
- теоретическими методами описания свойств простых и сложных веществ на основе положения составляющих их элементов в Периодической системе химических элементов;
- способами безопасного обращения с горючими и токсичными веществами;
- основными навыками работы с лабораторным оборудованием;
- методами приготовления растворов заданной концентрации.

Темы и разделы курса:**1. Предмет и задачи химии, основные понятия и законы химии**

Химия как одна из естественных наук. Взаимосвязь химии, физики и биологии. Особенности химии как науки. Структура и язык химии. Вещество. Классификация химических веществ. Химические элементы. Атом, атомный номер, относительная атомная масса, изотопы. Распространённость химических элементов в природе. Периодическая система химических элементов. Структура таблицы Д.И.Менделеева, группы, периоды и блоки. Металлы и неметаллы. Химические соединения и их характеристики: строение, состав, свойство. Простые и сложные соединения. Стехиометрические соотношения, эмпирическая и молекулярная формула соединения. Валентность элементов. Нестехиометрические соединения. Аллотропные и полиморфные модификации. Основные классы неорганических соединений: оксиды, кислоты, основания, соли, бинарные соединения. Превращения химических соединений. Уравнения реакций. Стехиометрические расчёты по уравнениям реакций. Химическая переменная. Формальная запись и механизм реакции. Энергетическая кривая химической реакции. Элементарный акт химической реакции.

Практическая часть: "Техника безопасности при работе в химической лаборатории.

Основные виды химической посуды и лабораторного оборудования, области их применения. Работа с весами, правила взвешивания. Сборка простейших установок для получения и сбора газов. Сбор газов методом вытеснения жидкости и методом вытеснения воздуха. Уравнение и стехиометрия химической реакции, молярная масса. Уравнение Менделеева-Клапейрона. Определение молярной массы неизвестного металла по объёму водорода, выделившегося в ходе его реакции с кислотой. Определение молярной массы неизвестного металла по давлению водорода, выделившегося в ходе реакции металла с кислотой. Определение состава карбоната по объёму углекислого газа, выделившегося в ходе его реакции с кислотой. Определение молярной массы неизвестной органической кислоты по объёму щелочи, пошедшей на ее нейтрализацию.

2. Электронное строение атома

Водородоподобные атомы и ионы. Электронные уровни энергии, волновые функции, пространственное распределение электронной плотности, радиальная и угловая зависимость волновых функций. Квантовые числа электрона. Многоэлектронные атомы. Одноэлектронное приближение. Эффективные заряды. Водородоподобные орбитали. Принципы заполнения орбиталей. Диаграмма энергетических уровней атома. Периодические свойства элементов: атомные и ионные радиусы, энергия ионизации и сродство к электрону, электроотрицательность по Малликену.

Практическая часть: Электронное строение атома. Окрашивание пламени соединениями элементов IA и IIA групп, спектр излучения атома, механизм его возникновения на примере атомов щелочных металлов. Изменение свойств атомов элементов в периоде и группе. Изменение свойств простых веществ в периоде и группе (на примере металлов IA группы и 3 периода). Изменение свойств гидроксидов в периоде (на примере гидроксидов элементов 3 периода) и группе. Изменение окислительно-восстановительных свойств элементов в периоде (на примере соединений элементов 3 периода) и группе. Уравнивание окислительно-восстановительных реакций методом электронного баланса.

3. Химическая связь, электронное и пространственное строение молекул

Образование химической связи между атомами. Ковалентная связь. Валентность. Правило октета. Структуры Льюиса. Резонансные структуры. Формальный заряд и степень окисления элемента в соединении. Характеристики химической связи – порядок связи, длина, энергия, полярность. Геометрия молекул. Модель отталкивания электронных пар валентных орбиталей и ее ограничения. Теория гибридизации и направленность связей. Электронные состояния молекулы. Метод молекулярных орбиталей. Электронная конфигурация молекулы. Метод МО в приближении ЛКАО. Корреляционные диаграммы, связывающие, несвязывающие и разрыхляющие орбитали, порядок связи. Электронное строение двухатомных молекул. Понятие о построении МО гетероядерных двухатомных молекул. Межмолекулярные взаимодействия. Водородная связь, ее природа, свойства и роль в жидкостях, молекулярных кристаллах и макромолекулах. Ван-дер-ваальсова связь, различные виды диполь-дипольных взаимодействий.

Практическая часть: Типы химической связи, механизмы образования ковалентной связи (обменный, донорно-акцепторный). Формулы Льюиса, теория отталкивания электронных пар, влияние геометрии частиц на их реакционную способность. Водородная связь, механизм ее образования, влияние на свойства вещества (температура кипения, теплоемкость, вязкость). Гидрофильность, гидрофобность. Дисперсионное взаимодействие (силы Лондона). Типы кристаллических решеток, свойства веществ с различными кристаллическими решетками (температуры плавления, растворимость). Движущие силы процессов растворения веществ в полярных и неполярных растворителях. Экстракция.

4. Основы химической термодинамики и кинетики, равновесие

Классификация химических реакций. Стехиометрическое описание химической реакции. Энергетическая кривая элементарной химической реакции. Прямая и обратная реакции. Первый закон термодинамики и его применение к химическим реакциям. Энтальпия. Теплота химических реакций при постоянном объеме и при постоянном давлении. Термохимические уравнения реакций. Закон Гесса. Энтальпии образования, сгорания,

растворения. Термохимические циклы. Энтропия. Второй закон в применении к химическим процессам. Энергия Гиббса, энтальпийный и энтропийный факторы. Обратимые реакции. Химическое равновесие – определение и общие свойства. Константа равновесия и ее связь с термодинамическими функциями. Принцип Ле Шателье. Термодинамические справочные данные об индивидуальных веществах и химических реакциях.

Характерные времена химических реакций. Энергетический барьер химической реакции. Способы активации реагентов. Понятие о механизме химической реакции. Скорость химической реакции и ее зависимость от различных факторов. Закон действующих масс. Константа скорости. Уравнение Аррениуса. Лимитирующая стадия сложной реакции. Катализ, его роль в химии. Основные механизмы катализа. Общие свойства катализаторов.

Практическая часть: Кинетическое уравнение. Порядок реакции, порядок по веществу, молекулярность реакции. Определение порядка реакции из экспериментальных данных. Факторы, влияющие на скорость химической реакции (концентрация реагирующих веществ, температура, присутствие катализатора, площадь поверхности реагирующих веществ, природа реагирующих веществ). Правило Вант-Гоффа, определение температурного коэффициента из экспериментальных данных, уравнение Аррениуса.

Химическое равновесие, константа равновесия. Способы смещения химического равновесия (изменение концентрации веществ, изменение температуры). Принцип Ле Шателье, его обоснование.

5. Растворы. Способы выражения концентрации, коллигативные свойства растворов

Растворы, их классификация. Способы выражения состава раствора – мольная и массовая доли, молярная концентрация. Полярные и неполярные растворители. Растворимость и ее зависимость от температуры и давления. Отличие свойств растворов от свойств индивидуальных веществ. Коллигативные свойства растворов электролитов и неэлектролитов. Осмотическое давление. Закон Рауля. Изотонический коэффициент. Повышение температуры кипения и понижение температуры замерзания растворов с позиций коллигативных свойств.

Практическая часть: Способы выражения концентрации растворов (массовая доля растворенного вещества, молярная концентрация), перевод между единицами концентрации. Приготовление растворов заданной концентрации.

6. Растворы, электролитическая диссоциация

Электролитическая диссоциация, электролиты и неэлектролиты. Сильные слабые электролиты. Степень диссоциации, константа диссоциации. Диссоциация кислот, оснований и солей. Взаимодействие между ионами в растворе, ионные уравнения реакций. Связывание ионов, направление реакций ионного обмена.

Практическая часть: Сильные и слабые электролиты. Реакции ионного обмена, движущие силы реакций ионного обмена. Индикаторы.

7. Кислотно-основные равновесия в растворах

Кислоты и основания по Аррениусу. Сильные и слабые кислоты и основания. Константы кислотности и основности. Ступенчатая диссоциация на примере фосфорной кислоты. Кислотность по Бренстеду, сопряженные кислоты и основания. Вода как кислота и основание. Автоионизация воды, ион гидроксония. рН растворов. Расчет рН растворов слабых кислот и оснований. Гидролиз солей. Буферные растворы. Кислоты и основания по Льюису. Произведение растворимости.

Практическая часть: Понятие кислоты и основания с позиций теорий Аррениуса и Бренстеда-Лоури. Кислотно-основное равновесие, сопряженная пара. Константы кислотности и основности. Потенциометрическое измерение рН, расчет рН для сильной кислоты/сильного основания, слабой кислоты/слабого основания. Гидролиз, определение кислотности среды в растворах солей. Буферные растворы, расчет рН буферных растворов. Влияние разбавления на рН буферных растворов. Действие кислот и щелочей на рН буферных растворов.

8. Окислительно-восстановительные реакции

Понятия окисления и восстановления. Типичные восстановители и окислители. Составление уравнений окислительно-восстановительных реакций: методы электронного и электронно-ионного баланса. Окислительно-восстановительные потенциалы. Сопряженные окислители и восстановители. Уравнение Нернста. Диаграммы Латимера. Связь ЭДС с термодинамическими свойствами. Химические источники тока, их классификация. Электролиз растворов и расплавов.

Практическая часть: Уравнивание окислительно-восстановительных реакций методом электронно-ионного баланса. Стандартный электродный потенциал. Уравнение Нернста. Влияние рН среды на окислительную способность и состав продуктов окислительно-восстановительных реакции. Изменение окислительных свойств азотной и серной кислот в зависимости от концентрации.

9. Химия водорода и галогенов

Положение водорода и галогенов в Периодической системе. Типичные свойства и степени окисления галогенов. Особенность водорода. Изотопы водорода; получение и свойства. Ион гидроксония. Гидриды. Промышленные и лабораторные способы получения водорода и галогенов. Химические и физические свойства галогенов. Галогеноводороды. Взаимодействие галогенов с водой. Кислородные соединения галогенов. Получение и химические свойства кислородосодержащих соединений галогенов.

Практическая часть: Получение галогенов (хлора, брома, йода). Окислительные свойства галогенов, сравнение окислительной способности простых веществ-галогенов. Сравнение восстановительной способности галогенид-ионов, изменение восстановительной способности галогенид-ионов в группе. Качественные реакции галогенид-ионов. Кислородсодержащие соединения галогенов. Сравнение окислительных свойств кислородсодержащих соединений галогенов в группе. Сравнение окислительных свойств кислородсодержащих соединений галогенов с разными степенями окисления (на примере хлора), влияние геометрии иона на его окислительные свойства.

10. Химия халькогенов

Общая характеристика элементов 16 группы Периодической системы элементов. Отличительные свойства кислорода и озон. Химические свойства простых веществ. Халькогениды – получение и химические свойства. Водородные соединения халькогенов. Оксиды и кислородные кислоты серы и селена. Получение и химические свойства кислородосодержащих соединений серы, селена и теллура. Практическая часть: Окислительно-восстановительные свойства пероксида водорода. Аллотропные модификации серы, получение пластической серы. Получение и свойства сульфидов металлов. Получение и свойства оксида серы (IV). Свойства серной кислоты и сульфатов. Качественные реакции серосодержащих ионов.

11. Химия пниктогенов и неметаллов 13 и 14 групп Периодической системы элементов

Общая характеристика элементов 15 группы Периодической системы элементов. Типичные степени окисления соединений азота, фосфора, мышьяка и сурьмы. Водородные соединения пниктогенов – способы получения и химические свойства. Соли аммония. Оксиды 15 группы Периодической системы элементов. Получение и химические свойства кислородных кислот азота и фосфора, мышьяка и сурьмы. Углерод, кремний и бор. Особенности строения, физических и химических свойств. Оксиды углерода, угольная кислота и карбонаты. Оксиды кремния и бора, силикаты, бораты.

Практическая часть: "Получение и свойства аммиака и солей аммония. Сравнение свойств нитритов и нитратов. Термическое разложение нитратов. Свойства фосфора и его кислородсодержащих соединений. Свойства нормальных и кислых фосфатов.

Получение и свойства оксида углерода (IV). Свойства нормальных и кислых карбонатов. Свойства силикатов.

12. Химия щелочных щелочноземельных металлов и металлов главных подгрупп

Положение металлов в Периодической системе элементов. Общие физические и химические свойства металлов главных подгрупп. Получение и химические свойства щелочных и щелочноземельных металлов. Щелочи – химические свойства. Основные свойства р-металлов. Особенности химии алюминия: взаимодействие с водой, щелочами и кислотами, восстановительные свойства. Химические свойства олова и свинца.

Практическая часть: Восстановительные свойства простых веществ алюминия и цинка (на примере реакций с кислотами и растворами щелочей). Свойства гидроксидов алюминия и цинка, их амфотерность.

13. Химия комплексных соединений

Понятие комплексного соединения. Координационная теория Вернера. Типы центральных атомов и лигандов. Геометрическое строение, координационные числа и изомерия комплексов. Теория кристаллического поля. Спектры, окраска и магнитные свойства комплексов. Устойчивость комплексов в растворах. Условия образования и разрушения комплексных соединений. Константа нестойкости комплексных соединений. Типичные комплексные соединения хрома, железа и кобальта.

Практическая часть: Получение и свойства комплексных соединений алюминия, цинка, меди, железа и хрома.

14. Химия переходных металлов

Положение d-металлов в Периодической системе. Электронная конфигурация переходных металлов. Три ряда переходных металлов. Особенности металлов первого переходного ряда. Основные химические свойства: взаимодействие с галогенами, кислородом, растворение в кислотах. Переходные металлы второго и третьего рядов. Типичные степени окисления и химические свойства. Особенности химии молибдена: изменение окислительно-восстановительных и кислотно-основных свойств при изменении степени окисления. Химия f-элементов. Лантаниды и актиниды. Основные свойства и степени окисления.

Практическая часть: "Восстановительные свойства простого вещества меди. Получение и свойства оксида меди (II). Получение и свойства гидроксида меди (II). Комплексные соединения меди (II). Получение и свойства оксида меди (I).

Свойства простого вещества железа. Получение и свойства гидроксида железа (II). Окислительно-восстановительные свойства соединений железа (II). Получение и свойства гидроксида железа (III). Окислительно-восстановительные свойства соединений железа (III). Качественные реакции ионов железа (II) и (III).

Коррозия. Факторы, влияющие на скорость коррозии. Способы защиты от коррозии.

Общее представление о коллоидных системах, получение золей гидроксида железа (III) и серы. Эффект Тиндаля. Типы коллоидных систем, факторы, обуславливающие их устойчивость. Коагуляция золей под действием электролитов.

Получение соединений хрома (II) и (VI) из соединений хрома (III). Окислительно-восстановительные свойства соединений хрома в различных степенях окисления. Амфотерные свойства гидроксида хрома (III).

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Основы органической химии

Цель дисциплины:

Курс органической химии предназначен для формирования у студентов, обучающихся по направлению «Прикладные математика и физика» представления об основных понятиях и законах химии, химических реакциях и свойствах органических веществ. Курс представляет собой основы химической грамотности, показывает место химии в современном естествознании, особенности химического подхода к изучению окружающего мира, дает представление о методологии и подходах химии к изучению химических свойств вещества, дает понять, что химия, будучи тесно связанной с физикой и биологией, является самостоятельной наукой.

Особенность данного курса состоит в том, что он преподается во втором семестре и основывается только на тех знаниях, которые учащиеся получили при прохождении в первом семестре курса общей и неорганической химии. Курс состоит из лекций, семинаров и лабораторных работ. Это дает возможность полноценного освоения учебной программы и активного использования полученных знаний для освоения при дальнейшем обучении таких дисциплин как химическая физика, биохимия и биофизика.

Теоретическое и практическое освоения основных разделов органической химии с учетом современных тенденций развития химической науки, что необходимо для более глубокого понимания возможности химического подхода к изучению окружающего мира, общих закономерностей строения вещества и его превращений в природе.

Задачи дисциплины:

- знакомство с внутренней логикой органической химии как науки; формирование представлений о механизмах органических реакций;
- изучение основных классов органических соединений; формирование представлений о связи реакционной способности органических молекул с их строением;
- изучение закономерностей взаимодействия различных органических веществ с объектами окружающей среды, их физиологического и фармакологического действия, биологической роли, применения в практической деятельности человека; формирование представлений об экологических проблемах, связанных с использованием органических веществ.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные понятия органической химии;
- основные свойства важнейших классов органических соединений и их применение;
- основные механизмы органических реакций;
- основные методы химической и спектральной идентификации органических веществ;
- основные приемы работы в лаборатории органической химии.

уметь:

- изображать строение типичных представителей классов органических соединений по названию и называть их по структурным формулам на основе знания принципов номенклатуры и изомерии;
- выделять в молекуле реакционные центры, прогнозировать поведение органического соединения в конкретных условиях, исходя из его структуры и знания типичной реакционной способности функциональных групп;
- проводить простой химический эксперимент по синтезу, выделению, очистке и химической идентификации вещества;
- оформлять отчеты лабораторных работ.

владеть:

- методами определения возможности протекания химических превращений основных классов органических соединений в различных условиях;
- способами безопасного обращения с горючими и токсичными веществами;
- лабораторным оборудованием;
- методами приготовления растворов заданной концентрации.

Темы и разделы курса:

1. Общие представления о строении и реакционной способности органических соединений.

Предмет и задачи органической химии. Углерод и органические вещества в природе. Краткий экскурс в строение электронных оболочек атома, на примере атома углерода. Типы химической связи и способы их графического представления. Концепция гибридизации. Способы изображения молекул органических соединений (структурные формулы, сокращенные структурные формулы, формулы Льюиса, резонансные структуры). Соотнесение графической модели с реальной структурой («черточки и стрелки»). Понятие функциональной группы, связь с химическими свойствами, основные классы органических соединений (связь с функциональными группами, основные функциональные группы). Взаимопревращения соединений с разными функциональными группами. Принципы построения названий органических соединений, систематические и тривиальные.

Гомология. Изомерия (скелетная, положения). Пространственная изомерия. Конфигурация, отличие от конформации. Асимметрический атом углерода, оптическая активность. Энантиомеры и диастереомеры. Рацематы. Хиральность. Различные типы хиральности. Принцип R, S-номенклатуры. Соединения с двумя асимметрическими атомами углерода. Построение проекций Фишера.

2. Предельные углеводороды. Гомология. Изомеры, виды изомерии

Предельные углеводороды – алканы. Строение понятие о конформациях и конформерах алканов. Заслоненная, заторможенная, скошенная конформации. Проекционные формулы Ньюмена. Конформации этана, бутана, их энергетические диаграммы. Химические свойства алканов: галогенирование (хлорирование, бромирование) с образованием галогеналканов. Энергетика цепных свободнорадикальных реакций галогенирования. Нитрование. Относительная стабильность различных алкильных радикалов. Термический крекинг алканов.

Классификация механизмов химических реакций в органической химии. Понятия нуклеофил, электрофил. Классификация химических реакций по результату: присоединение, отщепление, замещение, перегруппировка, классификация по характеру реагента и типу разрыва связи: гетеролитические (нуклеофильные, электрофильные), гомолитические: (радикальные), молекулярные.. Энергетический профиль реакции.

3. Непредельные углеводороды (Алкены и алкины). Геометрическая изомерия (понятия цис-, транс- и Z-, E- номенклатуры)

Природа двойной связи в алкенах. Геометрическая изомерия - определения и понятия цис-, транс- и Z-, E- номенклатуры.

Каталитическое гидрирование алкенов. Термодинамическая стабильность алкенов на основе теплот гидрирования.

Электрофильное присоединение по двойной связи(AdE). Механизм реакций, π - и σ -комплексы, энергетический профиль реакции, бромониевые ионы. Правило Марковникова. Галогенирование, гидрогалогенирование. Гидратация. Сопряженное присоединение. Окисление алкенов до оксиранов и диолов. Озонолиз алкенов, окислительное и восстановительное расщепление озонидов. Радикальные реакции алкенов: присоединение HBr по Харащу. Карбены. Реакции присоединения карбенов к алкенам.

Электронное строение тройной связи в алкинах. Электрофильное присоединение к алкинам. Реакционная способность алкинов. Галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация (Кучеров). Восстановление алкинов до цис- и транс-алкенов. C—H кислотность ацетилен. Ацетилениды натрия, магния и меди, их получение и использование в органическом синтезе.

4. Функциональные производные с простой связью C-Hal.

Галогеналканы, алкилгалогениды и арилгалогениды важнейшие примеры. Особенности электронного строения связи C-Hal. Индуктивный эффект. (Графические представления переноса электронной плотности). Общие методы получения галогеналканов, -алкенов, -алкинов.

Нуклеофильное замещение у насыщенного атома углерода. Понятие о нуклеофильности, нуклеофилы. Классификация механизмов реакций нуклеофильного замещения. Основные характеристики SN1 и SN2 реакций. Реакции SN2-типа. Энергетический профиль реакций. Кинетика, стереохимия, Вальденское обращение. Влияние природы заместителя и уходящей группы, природы нуклеофильного агента и растворителя на скорость SN2 реакций. Реакции SN1-типа, зависимость от природы радикала, уходящей группы, растворителя. Карбокатионы, их устойчивость. Реакции элиминирования, α - и β -элиминирование. Классификация механизмов элиминирования: E1, E2. Правило Зайцева. Син- и анти- элиминирование. Влияние природы основания и уходящей группы на направление элиминирования. Конкуренция процессов E2 и SN2, E1 и SN1. Галогенпроизводные алкенов.

5. Функциональные производные более чем с одной кратной связью. Алкадиены. Мезомерный эффект

1,2-, 1,3- диены. Бутадиен-1,3, особенности строения, сопряжение двойных связей. Галогенирование и гидрогалогенирование 1,3-диенов. 1,2- и 1,4- присоединение.

Диеновый синтез как пример перicyклической реакции. Реакция Дильса-Альдера. Влияние структуры диена и диенофила на регио- и стерео-селективность процесса. Использование диенового синтеза в синтетических целях. Термические и фотохимические реакции замыкания и раскрытия циклов в диенах и полиенах.

6. Циклоалканы. Энергия напряжения. Конформации циклогексана

Классификация алициклов. Энергия напряжения. Строение циклопропана, циклобутана, циклопентана, циклогексана. Конформации циклогексана. Аксиальные и экваториальные связи в конформации "кресло" циклогексана. Конформации моно- и дизамещенных производных циклогексана и барьеры конформационных переходов. Особенности химических свойств соединений с трехчленным циклом.

7. Ароматические углеводороды. Ароматичность. Реакции замещения в ароматическом ряду.

Строение бензола. Формула Кекуле. Молекулярные орбитали бензола. Круг Фроста. Концепция ароматичности, энергия резонанса. Правило Хюккеля. Ароматические катионы и анионы. Конденсированные ароматические углеводороды: нафталин, фенантрен, антрацен, азулен и др. Гетероциклические ароматические соединения.

Реакции замещения в ароматическом ряду. Электрофильное замещение Классификация реакций ароматического электрофильного замещения. Представления о механизме реакций, π - и σ -комплексах. Резонансные структуры. Энергетический профиль реакции. Арениевые ионы в реакциях электрофильного замещения. Влияние заместителя на скорость и направление электрофильного замещения, связь с распределением электронной плотности. Ориентанты первого и второго рода. Нитрование бензола, механизм реакции. Получение полинитросоединений. Галогенирование, механизм реакции галогенирования аренов, катализ кислотами Льюиса. Сульфирование, механизм реакции, кинетический и термодинамический контроль в реакции сульфирования на примере нафталина. Понятие об ипсо-атаке и ипсо-замещении. Алкилирование аренов по Фриделю-Крафтсу, полиалкилирование, побочные процессы - изомеризация алкилирующего агента и конечных продуктов. Ацилирование аренов по Фриделю-Крафтсу. Ацилирующие агенты.

Механизм реакции. региоселективность ацилирования. Формилирование по Гаттерману-Коху и родственные реакции.

Нуклеофильное ароматическое замещение. Общие представления о механизме нуклеофильного замещения. Механизм отщепления-присоединения на примере превращения галогенбензолов в фенолы и ароматические амины. Механизм присоединения-отщепления. Комплекс Мейзенгеймера.

Реакции с разрушением ароматической системы. Каталитическое гидрирование аренов, восстановление аренов по Берчу.

Реакции не затрагивающие ароматическую систему. Окисление алкилбензолов до карбоновых кислот, альдегидов и кетонов. Окисление конденсированных ароматических углеводородов. Замещение водорода в боковой цепи алкилбензолов на галоген. Бензильный радикал. Аллильный радикал. Аллильное галогенирование. π -Орбитали аллильной системы.

8. Методы анализа органических соединений.

Представления о физико-химических методах анализа органических соединений. Электронные спектры поглощения органических соединений в УФ области. Основное и электронно-возбужденные состояния молекул. Разрешенные и запрещенные переходы. Хромофоры и аукохромы. Связь положения максимумов поглощения и интенсивностей со строением органических соединений.

Основы метода ИК-спектроскопии - колебательная спектроскопия в ИК-области. Происхождение колебательных спектров. Правила отбора в ИК-спектроскопии. Интенсивность сигналов поглощения. Характеристические частоты функциональных групп в органических молекулах. Обнаружение соединений с различными функциональными группами и структурный анализ органических соединений с помощью ИК-спектроскопии.

Представления о методе ЯМР-спектроскопии, основы метода и области применения, применение для анализа органических соединений. Общие принципы устройства современных импульсных спектрометров ЯМР. Условия наблюдения спектров ЯМР высокого разрешения в жидкостях и газах и правила подготовки образцов для измерений. Химические сдвиги и константы спин-спинового взаимодействия в спектрах ^1H -ЯМР и ^{13}C -ЯМР органических соединений. Связь этих параметров со строением молекул. Определение структуры органических соединений методом ЯМР.

9. Соединения со связью углерод-металл (Металлоорганические соединения)

Литий- и магнийорганические соединения, электронное строение связи углерод-металл. Получение взаимодействием металла с алкилгалогенидами, переметаллирование. Строение реактивов Гриньяра в растворе. Равновесие Шленка. Реакции с углеводородами (C-H кислотами). Использование литий- и магнийорганические соединения в синтезе углеводородов, спиртов, альдегидов, кетонов, карбоновых кислот. Диалкилкупраты, их синтетическое использование.

10. Функциональные производные с простой связью C-O. Спирты и простые эфиры

Одноатомные спирты, тиолы. Свойства спиртов, водородная связь. Замещение гидроксильной группы в спиртах на галоген (под действием галогеноводородов, галогенидов фосфора, хлористого тионила). Дегидратация спиртов. Окисление первичных спиртов до альдегидов и карбоновых кислот, вторичных спиртов до кетонов. Реагенты окисления на основе хромового ангидрида и двуокиси марганца. Двухатомные спирты. Этиленгликоль и глицерин. Пинаколиновая перегруппировка. Простые эфиры. Свойства простых эфиров: образование оксониевых солей, расщепление кислотами, образование гидропероксидов. Оксираны. Раскрытие оксиранового цикла под действием электрофильных и нуклеофильных агентов. Циклические простые эфиры, краун-эфиры. Фенолы. Фенолы как ОН-кислоты, влияние заместителей на кислотность фенолов. Кумольный процесс. Реакции электрофильного замещения в ароматическом ядре фенолов: галогенирование (механизм), сульфирование, нитрование, нитрозирование и алкилирование. Карбоксилирование фенолятов щелочных металлов по Кольбе. Формилирование фенолов по Реймеру-Тиману, и Вильсмайеру. Перегруппировка Фриса. Перегруппировка аллиловых эфиров фенолов (Кляйзен). Окисление фенолов. Понятие об ароксильных радикалах.

11. Функциональные производные с одной кратной связью C=O. Альдегиды и кетоны.

Электронное строение карбонильной группы, ее полярность и поляризуемость. Важнейшие альдегиды и кетоны. Формальдегид, ацетальдегид, ацетон, ароматические альдегиды и кетоны. Представления о механизме нуклеофильного присоединения по карбонильной группе. Кислотный и основной катализ. Присоединение воды, спиртов, тиолов. Ацетали и полуацетали, диоксоланы. Получение бисульфитных производных и циангидринов. Взаимодействие альдегидов и кетонов с илидами фосфора (Виттиг). Взаимодействие альдегидов и кетонов с азотистыми основаниями. Оксимы, гидразоны, фенилгидразоны. Основания Шиффа, уротропин. Перегруппировка Бекмана. Реакции альдегидов и кетонов с металлоорганическими соединениями. Кето-енольная таутомерия. Енолизация альдегидов и кетонов в реакциях галогенирования. Влияние структурных факторов и природы растворителя на положение кето-енольного равновесия и зависимость его от соотношения СН- и ОН-кислотности кетона и енола. Двойственная реакционная способность енолят-ионов. Альдольно-кетоновая конденсация альдегидов и кетонов в кислой и щелочной среде, механизм реакции. Бензоиновая конденсация. Аминометилирование альдегидов и кетонов, реакция Манниха.

Реакции восстановления карбонильных соединений. Восстановление альдегидов и кетонов до спиртов, реагенты восстановления; восстановление карбонильной группы до СН₂-группы; реакции Кижнера-Вольфа и Клеменсена. Восстановительная димеризация альдегидов и кетонов. Окисление альдегидов, реагенты окисления. Восстановительное аминирование карбонильных соединений. Взаимодействие альдегидов и кетонов с формиатом аммония (реакция Лейкарта). Диспропорционирование альдегидов по Канницаро.

12. Функциональные соединения с карбоксильной группой. Карбоновые кислоты. Производные карбоновых кислот – галогенангидриды, сложные эфиры

Особенности электронного строения карбоксильной группы. Влияние заместителей в органическом радикале на кислотность карбоновых кислот. Галогенирование кислот по

Геллю-Фольгарду-Зелинскому. Пиролитическая кетонизация, реакции Кольбе, Бородина-Хунсдиккера.

Производные карбоновых кислот. Галогенангидриды. Свойства: взаимодействие с нуклеофильными реагентами (вода, спирты, аммиак, амины, гидразин, металлоорганические соединения). Восстановление по Розенмунду и комплексными гидридами металлов. Взаимодействие диазометана с галогенангидридами карбоновых кислот (реакция Арндта-Эйстера). Ангидриды. Реакции ангидридов кислот. Кетены, свойства. Сложные эфиры, реакция этерификации. Реакции сложных эфиров: гидролиз (механизм кислотного и основного катализа), аммонолиз, переэтерификация. Сложноэфирная конденсация (Кляйзена), взаимодействие с магний- и литийорганическими соединениями, восстановление сложных эфиров до спиртов и альдегидов комплексными гидридами металлов, восстановление по Буво-Блану, ацилоиновая конденсация. Реакция получения сложных эфиров с участием диазометана. Сложные эфиры многоатомных спиртов. Жиры, липиды, триглицериды, фосфолипиды. Амиды. Гидролиз, восстановление до аминов, дегидратация амидов. Понятие о секстетных перегруппировках. Перегруппировки Гофмана, Курциуса. Нитрилы. Гидролиз, аммонолиз, восстановление комплексными гидридами металлов до аминов, взаимодействие с магний- и литийорганическими соединениями. Двухосновные кислоты. Щавелевая, малоновая, янтарная кислоты. Диэтилоксалат в сложноэфирной конденсации. Синтезы с малоновым эфиром, реакция Михаэля, конденсации с альдегидами и кетонами (реакция Кнёвенагеля).

13. Азотсодержащие соединения. Нитроалканы, амины, diaзосоединения

Нитроалканы. Электронное строение NO_2 - группы. Кислотность и таутомерия нитроалканов. Конденсация с карбонильными соединениями. Восстановление нитросоединений в амины.

Амины. Амины как основания. Алкилирование и ацилирование аминов. Защита аминогруппы. Разложение гидроксидов тетраалкиламмония (элиминирование по Гофману).

Ароматические амины. Восстановление ароматических нитросоединений в кислой и щелочной среде. Бензидиновая перегруппировка. Сравнение основных свойств алифатических и ароматических аминов. Влияние на основность аминов заместителей в ароматическом ядре. Реакции электрофильного замещения в бензольном ядре ароматических аминов. Окисление и галогенирование аминов.

Diazосоединения. Ароматические diaзосоединения. Реакции diaзотирования первичных ароматических аминов. Механизм, природа нитрозирующего агента. Строение и устойчивость солей diaзония. Реакции diaзосоединений с выделением азота: замена diaзогруппы на гидроксил-, галоген-, циано-, нитрогруппу и водород. Реакции diaзосоединений без выделения азота: восстановление до арилгидразинов, азосочетание. Азосочетание как реакция электрофильного замещения. Азо- и diaзосоставляющие, условия сочетания с аминами и фенолами. Азокрасители, цветность азокрасителей. Алифатические diaзосоединения. Электронное строение diaзометана, его реакции с карбоновыми кислотами, diaзометан как источник карбена.

14. Гетероциклические соединения. Пятичленные и шестичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом.

Электронное строение гетероциклических пяти- и шестичленных ароматических соединений (пиррол, фуран, тиофен, индол, азолы, пиридин, хинолин).

Пятичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом (гетероциклопентадиены). Фуран, тиофен, пиррол. (Электроноизбыточные). Ацидофобность фурана и пиррола. Реакции электрофильного замещения в пятичленных ароматических гетероциклах (аналогия с реакционной способностью бензола): нитрование, сульфирование, галогенирование, формилирование, ацилирование. Ориентация электрофильного замещения. Индол. Реакции электрофильного замещения в пиррольном кольце индола.

Шестичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом. Пиридин и хинолин, электронное строение, сравнение с гетероциклопентадиенами. Основность пиридина. Реакции пиридина с алкилгалогенидами. Окисление и восстановление пиридина. Реакции электрофильного замещения в пиридине и хинолине: нитрование, сульфирование, галогенирование. N-Оксиды пиридина и хинолина и их использование в реакции нитрования. Нуклеофильное замещение атомов водорода в пиридине в реакциях с амидом натрия (Чичибабин) и фениллитием.

15. Полифункциональные, в том числе природные (биологически важные) соединения.

Гидроксо- и оксо- кислоты, важнейшие примеры, α - β - номенклатура. Ацетоуксусный эфир и его использование в синтезе. Кето-енольная таутомерия эфиров β -кетокислот, амбидентный характер енолят-иона. Конденсация Дикмана как вариант конденсации Кляйзена. Ацилоиновая конденсация эфиров дикарбоновых кислот в синтезе средних и макроциклов. α - β - Ненасыщенные кислоты. Фумаровая и малеиновая кислоты, их эфиры, малеиновый ангидрид, использование в органическом синтезе.

Аминокислоты. Строение и свойства аминокислот. α -аминокислоты, β -аминокислоты (β -аланин, аспарагин). Важнейшие аминокислоты, стереохимия аминокислот, D- L- номенклатура. Синтез аминокислот Габриель, Штрекер. Разделение рацемических смесей аминокислот. Пептиды и белки. Пептидная связь. Примеры ди- и три- пептидов. Синтез пептидов. Структура белков.

Углеводы. Классификация и номенклатура углеводов. Моносахариды и полисахариды. Виды моносахаридов: триозы, тетрозы, пентозы, гексозы (альдозы и кетозы). Пространственное строение моносахаридов, пример глицеринового альдегида. L- и D- углеводы. Формулы Фишера и Хеурса. Глюкопиранозы и глюкофуранозы. Кольчаточная таутомерия моносахаридов. Превращение альдоз в 2-кетозы (мутаротация). Важнейшие реакции моносахаридов. Синтез простых и сложных эфиров моносахаридов. Окисление альдоз до альдоновых кислот. Окислительное расщепление. Удлинение и укорочение углеводной цепи. Дисахариды (биозы): мальтоза, целлобиоза, лактоза, сахароза. α -и, β -дисахариды. Особенности строения природных полисахаридов на примере целлюлозы и крахмала.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Подходы электронной и зондовой микроскопии для исследования биотехнических систем

Цель дисциплины:

- освоение студентами электронно-микроскопических методов исследования структуры белковых макромолекул, вирусов, полимерных, биологических и медицинских материалов. Будут представлены методики подготовки образцов, методы исследований с использованием растровых и просвечивающих криогенных электронных микроскопов, фокусированных ионных пучков, микроскопии в условиях естественной среды, а также новые методы обработки изображений, в частности трехмерную реконструкцию изучаемых объектов.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний о методах определения микроструктуры объектов с использованием криогенной электронной микроскопии, микроскопии в режиме естественной среды;
- формирование базовых знаний о методах подготовки образцов для исследований методами криогенной электронной микроскопии, микроскопии в режиме естественной среды;
- формирование базовых знаний о методах обработки и интерпретации экспериментальных данных, получаемых в процессе исследований.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- устройство просвечивающего криогенного электронного микроскопа,
- условия получения и формирования изображений, влияние дефокусировок, передаточной функции прибора, корректоров сферической аберрации;
- методики подготовки образцов для криогенной электронной микроскопии;
- методики обработки данных для восстановления трехмерных структур изучаемых объектов;

- возможности оценки пространственного разрешения полученных трехмерных реконструкций;
- устройство растровых электронно-ионных микроскопов, включая криогенные;
- возможности определения структуры биоматериалов и полимеров с использованием растровых электронно-ионных микроскопов.

уметь:

- определять структуру белков, вирусов и макромолекул методами одиночных частиц и крио-электронной томографии;
- готовить образцы для исследований методами крио электронной микроскопии;
- использовать фокусированные ионные пучки подготовки образцов и получения трехмерной реконструкции материалов, включая криогенный режим
- использовать программное обеспечение для восстановления трехмерной структуры материалов, включая полимеры.

владеть:

- специальной терминологией в области электронной микроскопии;
- методиками построения моделей к описанию взаимодействия электронов с веществом;
- основными методами применения криогенной электронной микроскопии и электронной микроскопии в режиме естественной среды.

Темы и разделы курса:

1. Крио-электронная микроскопия.

Передаточная функция, дефокусировка, коррекция аберраций, энергетическая фильтрация. Техника малых доз.

2. Подготовка образцов для крио-электронной микроскопии.

Процедуры негативного контрастирования, витрификации, сушки под высоким давлением, приготовления крио-сколов, применения крио-ФИП, криогенной флуоресцентной микроскопии и др.

3. Определение структуры белков, вирусов и макромолекул методом одиночных частиц.

Техника получения изображений, знакомство с основными программными пакетами и вычислительными методами обработки данных для получения трехмерных реконструкций с высоким пространственным разрешением.

4. Крио-электронная томография.

Получение и обработка экспериментальных данных крио-электронной томографии. Суб-томографическое усреднение, знакомство с основными программными пакетами и

вычислительными методами, получение трехмерных реконструкций. Применение криогенной растровой электронной микроскопии, крио-ФИП и метода Slice-and-view.

5. Комплементарные методы.

Световая микроскопия, конфокальная микроскопия.

6. Электронная микроскопия в режиме естественной среды.

Подготовка образцов для растровой электронной микроскопии полимеров и биологических объектов. Использование режима естественной среды.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Прикладная физическая культура (виды спорта по выбору)

Цель дисциплины:

Сформировать мировоззренческую систему научно-практических знаний и отношение к физической культуре.

Задачи дисциплины:

Для достижения поставленной цели предусматривается решение следующих воспитательных, образовательных, развивающих и оздоровительных задач:

- понимание социальной роли физической культуры в развитии личности и подготовке ее к профессиональной деятельности;
- знание научно- биологических и практических основ физической культуры и здорового образа жизни;
- формирование мотивационно-ценностного отношения к физической культуре, установки на здоровый стиль жизни, физическое самосовершенствование и самовоспитание, потребности в регулярных занятиях физическими упражнениями и спортом.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

Материал раздела предусматривает овладение студентами системой научно-практических и специальных знаний, необходимых для понимания природных и социальных процессов функционирования физической культуры общества и личности, умения их адаптивного, творческого использования для личностного и профессионального развития, самосовершенствования, организации здорового стиля жизни при выполнении учебной, профессиональной и социокультурной деятельности. Понимать роль физической культуры в развитии человека и подготовке специалиста.

уметь:

Использовать физкультурно-спортивную деятельность для повышения своих функциональных и двигательных возможностей, для достижения личных жизненных и профессиональных целей.

владеть:

Системой практических умений и навыков, обеспечивающих сохранение и укрепление здоровья, развитие и совершенствование психофизических способностей и качеств (с выполнением установленных нормативов по общей физической и спортивно-технической подготовке).

Темы и разделы курса:

1. ОФП (общая физическая подготовка)

Физическая подготовленность человека характеризуется степенью развития основных физических качеств – силы, выносливости, гибкости, быстроты, ловкости и координации.

Идея комплексной подготовки физических способностей людей идет с глубокой древности. Так лучше развиваются основные физические качества человека, не нарушается гармония в деятельности всех систем и органов человека. Так, к примеру, развитие скорости должно происходить в единстве с развитием силы, выносливости, ловкости. Именно такая слаженность и приводит к овладению жизненно необходимыми навыками.

Физические качества и двигательные навыки, полученные в результате физических занятий, могут быть легко перенесены человеком в другие области его деятельности, и способствовать быстрому приспособлению человека к изменяющимся условиям труда быта, что очень важно в современных жизненных условиях.

Между развитием физических качеств и формированием двигательных навыков существует тесная взаимосвязь.

Двигательные качества формируются неравномерно и неодновременно. Наивысшие достижения в силе, быстроте, выносливости достигаются в разном возрасте.

Понятие о силе и силовых качествах.

Люди всегда стремились быть сильными и всегда уважали силу.

Различают максимальную (абсолютную) силу, скоростную силу и силовую выносливость. Максимальная сила зависит от величины поперечного сечения мышцы. Скоростная сила определяется скоростью, с которой может быть выполнено силовое упражнение или силовой прием. А силовая выносливость определяется по числу повторений силового упражнения до крайней усталости.

Для развития максимальной силы выработан метод максимальных усилий, рассчитанный на развитие мышечной силы за счет повторения с максимальным усилием необходимого упражнения. Для развития скоростной силы необходимо стремиться наращивать скорость выполнения упражнений или при той же скорости прибавлять нагрузку. Одновременно растет и максимальная сила, а на ней, как на платформе, формируется скоростная. Для развития силовой выносливости применяется метод «до отказа», заключающийся в непрерывном упражнении со средним усилием до полной усталости мышц.

Чтобы развить силу, нужно:

1. Укрепить мышечные группы всего двигательного аппарата.
2. Развить способности выдерживать различные усилия (динамические, статические и др.)
3. Приобрести умение рационально использовать свою силу.

Для быстрого роста силы необходимо постепенно, но неуклонно увеличивать вес отягощений и быстроту движений с этим весом. Сила особенно эффективно растет не от работы большой суммарной величины, а от кратковременных, но многократно интенсивно выполняемых упражнений. Решающее значение для формирования силы имеют последние попытки, выполняемые на фоне утомления. Для повышения эффективности занятий рекомендуется включать в них вслед за силовыми упражнениями упражнения динамические, способствующие расслаблению мышц и пробуждающие положительные эмоции – игры, плавание и т.п.

Уровень силы характеризует определенное морфофункциональное состояние мышечной системы, обеспечивающей двигательную, корсетную, насосную и обменную функции.

Корсетная функция обеспечивает при определенном мышечном тоне нормальную осанку, а также функции позвоночника и спинного мозга, предупреждая такие распространенные нарушения и заболевания как дефекты осанки, сколиозы, остеохондрозы. Корсетная функция живота играет важную роль в функционировании печени, желудка, кишечника, почек, предупреждая такие заболевания как гастрит, колит, холецистит и др. недостаточный тонус мышц ног ведет к развитию плоскостопия, расширению вен и тромбозу.

Недостаточное количество мышечных волокон, а значит, снижение обменных процессов в мышцах ведет к ожирению, атеросклерозу и другим неинфекционным заболеваниям.

Насосная функция мышц («мышечный насос») состоит в том, что сокращение либо статическое напряжение мышц способствует передвижению венозной крови по направлению к сердцу, что имеет большое значение при обеспечении общего кровотока и лимфотока. «Мышечный насос» развивает силу, превышающую работу сердечной мышцы и обеспечивает наполнение правого желудочка необходимым количеством крови. Кроме того, он играет большую роль в передвижении лимфы и тканевой жидкости, влияя тем самым на процессы восстановления и удаления продуктов обмена. Недостаточная работа «мышечного насоса» способствует развитию воспалительных процессов и образованию тромбов.

Таким образом нормальное состояние мышечной системы является важным и жизненно необходимым условием .

Уровень состояния мышечной системы отражается показателем мышечной силы.

Из этого следует, что для здоровья необходим определенный уровень развития мышц в целом и в каждой основной мышечной группе – мышцах спины, груди, брюшного пресса, ног, рук.

Развитие мышц происходит неравномерно как по возрастным показателям , так и индивидуально. Поэтому не следует форсировать выход на должный уровень у детей 7-11 лет. В возрасте 12-15 лет наблюдается значительное увеличение силы и нормативы силы на порядок возрастают. В возрасте 19-29 лет происходит относительная стабилизация, а в 30-

39 лет – тенденция к снижению. При управляемом воспитании силы целесообразно в 16-18 лет выйти на нормативный уровень силы и поддерживать его до 40 лет.

Необходимо помнить, что между уровнем отдельных мышечных групп связь относительно слабая и поэтому нормативы силы должны быть комплексными и относительно простыми при выполнении. Лучшие тесты – это упражнения с преодолением массы собственного тела, когда учитывается не абсолютная сила, а относительная, что позволяет сгладить разницу в абсолютной силе, обусловленную возрастно-половыми и функциональными факторами.

Нормальный уровень силы – необходимый фактор для хорошего здоровья, бытовой, профессиональной трудоспособности.

Дальнейшее повышение уровня силы выше нормативного не влияет на устойчивость к заболеваниям и рост профессиональной трудоспособности, где требуется значительная физическая сила.

Гибкость и методика ее развития.

Под гибкостью понимают способность к тах по амплитуде движениям в суставах. Гибкость - морфофункциональное двигательное качество. Она зависит:

- от строения суставов;
- от эластичности мышц и связочного аппарата;
- от механизмов нервной регуляции тонуса мышц.

Различают активную и пассивную гибкость.

Активная гибкость - способность выполнять движения с большой амплитудой за счет собственных мышечных усилий.

Пассивная гибкость - способность выполнять движения с большой амплитудой за счет действия внешних сил (партнера, тяжести). Величина пассивной гибкости выше показателей активной гибкости.

В последнее время получает распространение в спортивной литературе термин “специальная гибкость” - способность выполнять движения с большой амплитудой в суставах и направлениях, характерных для избранной спортивной специализации. Под “общей гибкостью”, в таком случае, понимается гибкость в наиболее крупных суставах и в различных направлениях.

Кроме перечисленных внутренних факторов на гибкость влияют и внешние факторы: возраст, пол, телосложение, время суток, утомление, разминка. Показатели гибкости в младших и средних классах (в среднем) выше показателей старшеклассников; наибольший прирост активной гибкости отмечается в средних классах.

Половые различия определяют биологическую гибкость у девочек на 20-30% выше по сравнению с мальчиками. Лучше она сохраняется у женщин и в последующей возрастной периодике.

Время суток также влияет на гибкость, с возрастом это влияние уменьшается. В утренние часы гибкость значительно снижена, лучшие показатели гибкости отмечаются с 12 до 17 часов.

Утомление оказывает существенное и двойственное влияние на гибкость. С одной стороны, к концу работы снижаются показатели силы мышц, в результате чего активная гибкость уменьшается до 11%. С другой стороны, снижение возбуждения силы способствует восстановлению эластичности мышц, ограничивающих амплитуду движения. Тем самым повышается пассивная гибкость, подвижность увеличивается до 14%.

Неблагоприятные температурные условия (низкая температура) отрицательно влияют на все разновидности гибкости. Разогревание мышц в подготовительной части учебно-тренировочного занятия перед выполнением основных упражнений повышает подвижность в суставах.

Мерилом гибкости является амплитуда движений. Для получения точных данных об амплитуде движений используют методы световой регистрации: кино съемку, циклографию, рентгено-телевизионную съемку и др. Амплитуда движений измеряется в угловых градусах или в сантиметрах.

Средства и методы:

Средством развития гибкости являются упражнения на растягивания. Их делят на 2 группы: активные и пассивные. Активные упражнения:

- однофазные и пружинистые (сдвоенные, строенные) наклоны;
- маховые и фиксированные;
- статические упражнения (сохранение неподвижного положения с максимальной амплитудой).

Пассивные упражнения: поза сохраняется за счет внешних сил. Применяя их, достигают наибольших показателей гибкости. Для развития активной гибкости эффективны упражнения на растягивание в динамическом режиме.

Общее методическое требование для развития гибкости - обязательный разогрев (до потоотделения) перед выполнением упражнений на растягивание.

Взаимное сопротивление мышц, окружающих суставы, имеет охранительный эффект. Именно поэтому воспитание гибкости должно с запасом обеспечивать требуемую амплитуду движений и не стремиться к предельно возможной степени. В последнем случае это ведет к травмированию (растяжению суставных связок, привычным вывихам суставов), нарушению правильной осанки.

Мышцы малорастяжимы, поэтому основной метод выполнения упражнений на растягивание - повторный. Разовое выполнение упражнений не эффективно. Многократные выполнения ведут к суммированию следов упражнения и увеличение амплитуды становится заметным. Рекомендуется выполнять упражнения на растягивание сериями по 6-12 раз, увеличивая амплитуду движений от серии к серии. Между сериями целесообразно выполнять упражнения на расслабление.

Серии упражнений выполняются в определенной последовательности:

- для рук;
- для туловища;
- для ног.

Более успешно происходит воспитание гибкости при ежедневных занятиях или 2 раза в день (в виде заданий на дом). Наиболее эффективно комплексное применение упражнений на растягивание в следующем сочетании: 40% упражнений активного характера, 40% упражнений пассивного характера и 20% - статического. Упражнения на растягивание можно включать в любую часть занятий, особенно в интервалах между силовыми и скоростными упражнениями.

В младшем школьном возрасте преимущественно используются упражнения в активном динамическом режиме, в среднем и старшем возрасте - все варианты. Причем, если в младших и средних классах развивается гибкость (развивающий режим), то в старших классах стараются сохранить достигнутый уровень ее развития (поддерживающий режим). Наилучшие показатели гибкости в крупных звеньях тела наблюдаются в возрасте до 13-14 лет.

Заканчивая рассмотрение развития физических качеств в процессе физического воспитания, следует акцентировать внимание на взаимосвязи их развития в школьном возрасте. Так, развитие одного качества способствует росту показателей других физических качеств. Именно эта взаимосвязь обуславливает необходимость комплексного подхода к воспитанию физических качеств у школьников.

Значительные инволюционные изменения наступают в пожилом и старческом возрасте (в связи с изменением состава мышц и ухудшением упруго-эластических свойств мышц и связок). Нужно противодействовать регрессивным изменениям путем использования специальных упражнений с тем, чтобы поддерживать гибкость на уровне, близком к ранее достигнутому.

Выносливость.

Выносливость определяет возможность выполне

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Природоподобные энергетические технологии и возобновляемая энергетика

Цель дисциплины:

- приобретение студентами знаний об основных инновационных методах производства, передачи и преобразования энергии; механизмов элементарных процессов, лежащих в основе этих методов; роли биотехнологий, нанотехнологий и наноструктурных материалов в развитии данных методов.

Задачи дисциплины:

- освоение основных понятий природоподобных энергетических технологий, а также основных терминов и определений в этой области в соответствии с международными стандартами;
- освоение навыков работы со специальной литературой в предметной области;
- роли наноразмерных факторов.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основы физической химии поверхности конденсированного состояния вещества, базовые размерные и структурные эффекты в наносистемах, характерные особенности нанообъектов;
- основные конкретные технологии и методы синтеза наноструктур и гибридных наносистем; способы их аппаратной реализации в виде различных установок и приборов;
- основные пути взаимодействия электрохимических систем с живыми организмами и клетками.

уметь:

- проводить поиск и анализ научно-технической информации и патентной литературы по заданной тематике в области природоподобных энергетических технологий и наноматериалов для их реализации;

- использовать фундаментальные знания в области формирования наносистем для решения практических задач, связанных с получением наноструктурированных неорганических и гибридных материалов, биоэлектронных систем и их компонентов;
- использовать полученные знания в области систем получения и преобразования энергии для практического применения.

владеть:

- специальной терминологией в области нанотехнологий и методов синтеза наноструктур;
- специальной терминологией в области природоподобных энергетических технологий;
- методами обработки, анализа и систематизации научно-технической и патентной информации;
- навыками освоения большого объема новой информации;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными.

Темы и разделы курса:

1. Природоподобные энергетические технологии.

Основные понятия и определения. Потенциальные возможности природоподобных энергетических технологий с учетом имеющихся ресурсов для природной энергетики. Основные системы возобновляемой энергетики, конвергенция технологий и использование водородных и электрохимических технологий для возобновляемой энергетики. Вопросы экологии. Основные направления исследований и разработок в мире и в России, перспективы развития данного направления.

Понятия нанотехнологий и наноматериалов. Классификация нанообъектов. Основные термины и определения в соответствии с международными стандартами. Значение нанотехнологий и материалов для развития природоподобной энергетики.

2. Биотехнологии.

Биотехнологии и экотехнологии для защиты окружающей среды и рационального природопользования.

Биотехнологии и окружающая среда.

Эко и биотехнологии как важный сегмент техносферной безопасности.

Циклы углерода и влияние биотехнологий на них.

3. Энергия солнца и ветра.

Энергия солнца. Способы использования и преобразования энергии солнца, современные фотобатареи, их характеристики и принципы их функционирования. Проблемы аккумулирования энергии солнца. Интенсивность солнечной радиации на территории России в зависимости от времени года. Перспективы развития солнечной энергетики.

Энергия ветра. Способы преобразования и аккумулирования энергии ветра. Основные типы ветрогенераторов, их характеристики. Проблемы аккумулирования энергии ветра. Интенсивность ветровых потоков на территории России в зависимости от времени года. Вопросы экологической безопасности.

4. Атомная и термоядерная энергетика.

Атомная и термоядерная энергетика и их роль в современном мире. Основные процессы и типы электростанций. Вопросы безопасности и перспективы развития

5. Гидроэнергетика.

Гидроэнергетика, приливная и волновая энергетика. Принципы преобразования и аккумулирования. Гидроресурсы и возможности производства энергии с использованием приливных и волновых электростанций на территории России. Вопросы экологической безопасности и перспективы развития этих направлений энергетики.

6. Производство и утилизация биомассы.

Производство и утилизация биомассы. Основные процессы и их аппаратное оформление. Потенциальные ресурсы для производства биомассы, включая водоросли, в России и в мире. Вопросы экологической безопасности.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Программные интерфейсы операционной системы UNIX

Цель дисциплины:

- получение базовых знаний об организации операционных систем, разделении обязанностей между аппаратным обеспечением и ядром операционной системы. Рассмотрение концепций современных операционных систем производится на примере операционной системы Unix. Рассматриваются пользовательский интерфейс Unix, программирование на языке Unix Shell, использование системных вызовов для взаимодействия с ядром в программах на языке Си.

Задачи дисциплины:

- изучение основных концепций и принципов проектирования операционных систем. Рассмотрение взаимодействия ядра операционной системы с аппаратным обеспечением современных компьютеров;
- рассмотрение реализации основных концепций современных ОС на примере Unix (понятия процесс, планировщик процессов файл и др.);
- знакомство с командной оболочкой Unix Shell на уровне пользователя и программиста. Выполнение лабораторных работ по написанию Shell-скриптов. Выполнение лабораторных работ на других скриптовых языках, в том числе, sed и AWK;
- изучение основных системных вызовов Unix. Программирование на языке Си с использованием системных вызовов.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные компоненты ОС общего назначения, необходимые для её функционирования;
- основные команды, необходимые для уверенной работы в Unix Shell на уровне пользователя;
- управляющие операторы и управляющие конструкции Unix Shell, необходимые для написания shell-скриптов.

уметь:

- работать в командной оболочке Unix Shell, писать скрипты для Unix Shell, писать программы на языке Си с использованием системных вызовов ОС Unix.

владеть:

- приёмами программирования на скриптовых языках на примере Unix Shell, awk и sed.

Темы и разделы курса:

1. Системные вызовы ОС Unix, системное программирование на Си в ОС Unix.

Ядро операционной системы. Основные компоненты ядра. Отличие системных вызовов от обычных функций. Системные вызовы open, creat, close. Команда umask. Системные вызовы read и write.

Этапы жизни процессов. Процессы-зомби. Системный вызов fork. Копирование при записи. Завершение процесса. Exit и _exit. Системные вызовы wait и waitpid. Макросы для обработки статуса завершения процесса. Задача fork.

Формат двоичных выполняемых файлов. Динамические библиотеки. Sbrk. Системные вызовы для загрузки выполняемых файлов. Задача echo hello.

Стандартные потоки ввода/вывода. Системные вызовы dup и dup2. Перенаправление ввода/вывода с помощью dup2. Задача echo hello > file.

Организация pipe-ов из C. Сигнал SIGPIPE. Именованные каналы. Задача echo hello | cat.

Обработка сигналов из языка C. Прерывания и исключения. Реентерабельные функции. Использование стандартной библиотеки в обработчике сигнала. Задача timeout.

Чтение оглавлений из C. Обработка Inodes Программа myls.

Синхронизации процессов. Взаимная блокировка процессов с помощью flock. Задача myshell.

BSD Сокеты. Модель клиент/сервер. UNIX и Internet сокеты. Последовательный сервер и клиент на UNIX сокетах. Задача «дай файл».

Протоколы. Уровни протоколов. MAC адрес. ARP запросы. IP адрес. Маршрутизация. Протоколы TCP и UDP. Команда telnet Сервер на IP сокетах. HTTP протокол. Задача Упрощенный http сервер и упрощенный IE.

Процес init. Процессы демоны. Начальная раскрутка в BSD и System V. Syslog сервер. Конфигурация, вращение логов. Задача «протокол работы в сервере»

Суперсервер. Конфигурация inetd. Getsockname и getpeername. Задача клиент под inetd.

DNS. Домены общего назначения и географические домены. Итеративные и рекурсивные запросы. Команда nslookup. Типы записей в зоне. Прямая и обратная зоны. Функции gethostbyname и gethostbyaddr. Задача

Параллельный сервер. Обработка сигнала SIGCHLD. Задача

System V IPC. Типы объектов. Команды просмотра и удаления объектов. Задача клиент и сервер на очередях сообщений

Сопрограммы. Потоки. Поддержка потоков в ядре. Библиотека pthreads. Создание и завершение потоков. Использование общих переменных. Синхронизация потоков. Задача «параллельный сервер на потоках».

Доступ к файлам с использованием системного вызова mmap. Отображение памяти на устройство /dev/zero. Использование tmpfs для организации общего доступа к памяти. Использование устройства /dev/mem для отображения физической памяти. Когерентность памяти. POSIX семафоры. Использование двоичных семафоров для доступа к общим переменным. Использование семафоров для совместного доступа к буферному пулу. Дeadлоки при использовании с двух семафоров.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Радиоспектроскопические методы исследования наносистем

Цель дисциплины:

- освоение студентами физических основ методов исследования наносистем с использованием современных знаний и технических достижений из области радиоспектроскопии твердого тела и твердотельных систем пониженной размерности.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний в области радиоспектроскопии твердого тела и твердотельных наносистем, использующихся в приложениях радиоспектроскопии, электроники, медицинской физики;
- приобретение навыков работы на современной радиоспектроскопической технике;
- формирование у студентов подходов к выполнению исследований наносистем радиоспектроскопическими методами в рамках квалификационных работ на степень бакалавра.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории классической и квантовой физики;
- порядки численных величин, характерные для классификации наносистем и спектральных диапазонов электромагнитного излучения;
- современные проблемы физики, химии, математики в приложении к наносистемам;
- теоретические модели фундаментальных процессов в физике магнитных явлений и ее приложениях, в том числе нормальный и аномальный эффекты Зеемана и их следствия;
- основное условие электронного и ядерного магнитного резонанса;
- основы теории сверхтонкого взаимодействия и его экспериментальное проявление;
- основы теории кристаллического поля;
- основы теории релаксационных процессов в системах электронных и ядерных спинов и их экспериментальные проявления;

- метод Хюккеля для описания сверхтонкого расщепления электронных органических радикалов;
- квантовые явления, наблюдаемые при помощи магнитно-резонансных спектрометров;
- принципы работы современных приборов, применяемых для исследования наносистем радиоспектроскопическими методами.

уметь:

- классифицировать наносистемы;
- определять g-факторы парамагнитных центров (дефектов) в наноматериалах, в том числе с учетом спин-орбитального взаимодействия (для кристаллов);
- вычислять концентрации парамагнитных центров (дефектов) в наноматериалах;
- оценивать времена релаксации спинов в наноматериалах;
- определять константы сверхтонкого взаимодействия в наноматериалах;
- экспериментально определять компоненты g-тензора и тензора сверхтонкого взаимодействия в наноматериалах;
- находить распределение плотности неспаренного электрона в электронных органических радикалах;
- работать на современном, в том числе и уникальном экспериментальном оборудовании;
- получать наилучшие значения измеряемых величин и правильно оценить степень их достоверности;
- обрабатывать и моделировать результаты экспериментов, используя современное программное обеспечение;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

владеть:

- основами теории магнитного резонанса (на примере электронного парамагнитного резонанса);
- основами техники радиоспектроскопии (на примере электронного парамагнитного резонанса);
- методами определения g-факторов, констант сверхтонкого взаимодействия и концентраций парамагнитных центров (дефектов) в наноматериалах;
- методами определения времен спин-решеточной и спин-спиновой релаксации парамагнитных центров в наноматериалах;
- основами метода Хюккеля;
- основами теории кристаллического поля.

Темы и разделы курса:

1. Основные закономерности явления электронного парамагнитного резонанса.

Основные закономерности явления электронного парамагнитного резонанса.

Радиоспектроскопия как метод исследования твердотельных и молекулярных систем. Эффект Зеемана (нормальный и аномальный). Энергия магнитного диполя в магнитном поле. Связь между механическим и магнитным моментами. Условие возникновения электронного парамагнитного резонанса. g -фактор и его свойства. Анизотропия g -фактора. Теория g -тензора и эффективный спиновый гамильтониан. Точечные дефекты в твердых телах. Неорганические радикалы. Органические радикалы σ -типа. Экспериментальное определение компонент g -тензора в ориентированных твердых телах. Форма линий и определение главных компонент g -тензора в неориентированных системах. Расщепление энергетических уровней в нулевом магнитном поле. Триpletные состояния. Форма линий для беспорядочно ориентированных систем в триpletном состоянии. Бирадикалы. Обменное взаимодействие.

2. Магнитно-резонансные методы исследования наносистем.

Импульсный электронный парамагнитный резонанс. Ядерный магнитный резонанс. Ядерный квадрупольный резонанс. Двойной электронно-ядерный резонанс. Двойной электрон-электронный резонанс. Оптически детектируемый магнитный резонанс.

3. Метод молекулярных орбиталей Хюккеля.

Основы метода молекулярных орбиталей Хюккеля. Расчет энергий и волновых функций π -электронных органических радикалов. Распределение плотности неспаренного электрона в радикалах. Связь между константой сверхтонкого расщепления и плотностью неспаренного электрона в радикалах. Понятие спиновой плотности. Знак константы сверхтонкого расщепления. Учет электронной корреляции в теории молекулярных орбиталей. Алкильные радикалы. Другие органические радикалы.

4. Релаксационные и кинетические эффекты в наносистемах.

Однородное и неоднородное уширение линий электронного парамагнитного резонанса. Механизмы, приводящие к уширению линий электронного парамагнитного резонанса (диполь-дипольное и обменное взаимодействия, химические механизмы). Время спин-решеточной релаксации в парамагнитных наносистемах. Эффект насыщения. Спин-спиновая релаксация. Взаимосвязь времен спин-решеточной и спин-спиновой релаксации. Влияние вращения на спектры электронного парамагнитного резонанса. Определение времен релаксации парамагнитных центров в наносистемах с помощью метода насыщения (в режиме непрерывного СВЧ-излучения). Явление спинового эха.

5. Теория кристаллического поля. Ионы в S-, P-, D- и F-состояниях.

Основы теории кристаллического поля. Вид потенциалов различных кристаллических полей. Операторы кристаллического поля. Снятие орбитального вырождения в кристаллических электрических полях. Расщепление кристаллическим полем уровней ионов в S-, P-, D- и F-состояниях. Спин-орбитальное взаимодействие и спин-гамильтониан. Ионы с орбитально невырожденными основными D- и F- состояниями. Ионы с орбитально

вырожденными основными D- и F- состояниями. Расщепления, обусловленные эффектом Яна-Теллера. Ионы редкоземельных элементов. Ионы актиноидов. Теория поля лигандов. Интерпретация спектров электронного парамагнитного резонанса.

6. Теория сверхтонкого взаимодействия в наносистемах.

Природа изотропного сверхтонкого взаимодействия. Спектры радикалов с группами эквивалентных протонов. Расщепление при наличии неэквивалентных ядер. Сверхтонкое расщепление на ядрах со спином больше $1/2$. Интерпретация спектров ЭПР – общие правила и проблемы. Причины возникновения анизотропного сверхтонкого взаимодействия (СТВ). Экспериментальное определение компонент тензора СТВ. Поправки к компонентам тензора СТВ.

7. Техника радиоспектроскопии.

Устройство радиоспектрометра и основные принципы работы. Добротность. Чувствительность и разрешающая способность спектрометра. Пути повышения чувствительности. Выбор условий эксперимента. Методы определения основных параметров спектра электронного парамагнитного резонанса (концентрация парамагнитных центров, ширина линии, g-фактор).

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Синхротронные методы исследования структуры и свойств вещества

Цель дисциплины:

- освоение студентами принципов генерации и свойств синхротронного излучения, конструктивных особенностей экспериментальных станций и основ синхротронных методов структурной диагностики, ознакомление с примерами применения СИ для решения фундаментальных и прикладных задач.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний о свойствах синхротронного излучения, методах его получения, типах источников СИ;

- формирование базовых знаний о методах применения синхротронного излучения в современной науке, аппаратных способах их реализации, получаемых с помощью них результаты в интересах фундаментальной и прикладной науки, перспективах развития синхротронных исследований и исследовательской инфраструктуры в России и в мире.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории и формулы, описывающие генерацию синхротронного излучения;
- свойства синхротронного излучения;
- порядки численных величин, характерные для параметров синхротронного излучения;
- принципы работы современных источников синхротронного излучения;
- основные методы применения синхротронного излучения для изучения свойств вещества и структурные характеристики, которые могут быть определены с помощью этих методов.

уметь:

- рассчитывать параметры синхротронного излучения, применять физические теории к описанию характеристик синхротронного излучения;

- применять синхротронные методики для извлечения необходимой информации о структуре исследуемого объекта;
- эффективно использовать современные информационные технологии и ресурсы для получения необходимых знаний по интересующей научной проблеме в рамках синхротронных исследований.

владеть:

- специальной терминологией в области синхротронного излучения;
- методиками построения моделей к описанию свойств синхротронного излучения;
- основными методами применения синхротронного излучения и обработки данных, полученных в результате синхротронного эксперимента.

Темы и разделы курса:

1. Введение. Природа синхротронного излучения. Виды источников СИ. Основные направления применения СИ

Источники рентгеновского излучения. Излучение движущегося заряда. Ускорители частиц. Понятие эмиттанса электронного пучка. Синхротронное излучение. Поколения источников СИ. Мировые источники СИ. Лазеры на свободных электронах. Основные направления применения СИ.

2. Взаимодействие синхротронного излучения с веществом.

Спектр СИ. Теоретические основы взаимодействия СИ с веществом. Виды взаимодействия СИ с веществом. Группы методов, основанных на применении СИ. Исследуемые объекты. Структурные параметры, извлекаемые с использованием СИ.

3. Конструкция и основные элементы синхротронных экспериментальных станций.

Конструкция экспериментальной станции. Стандартные оптические элементы синхротронных станций. Распространённые оптические схемы. Системы позиционирования и управления движением. Детектирующие системы.

4. Синхротронная дифрактометрия для исследования особенностей структуры монокристаллов.

Задачи высокоразрешающей синхротронной дифрактометрии. Выбор оптической схемы. Дисперсия оптической схемы. Структурный фактор. Влияние различных структурных искажений на форму кривой дифракционного отражения - деформация, несоответствие решеток, один и два эпитаксиальных слоя на кристаллической подложке, периодическая сверхрешетка. Определение структурных параметров.

5. Рентгеновская спектроскопия поглощения и эмиссионная спектроскопия.

Энергетические уровни электронов и переходы между ними. Процессы поглощения фотонов и их излучения атомными системами. Механизм формирования формы спектра поглощения. Экспериментальные методики. Практическое применение методов спектроскопии поглощения.

6. Фотоэлектронная спектроскопия.

Электронная структура материалов: от модели Бора к зонной структуре. Физические основы фотоэлектронной спектроскопии. Электронная спектроскопия для химического анализа и фотоэлектронная спектроскопия с угловым разрешением. Приборно-экспериментальная база. Области применения и примеры результатов.

7. Синхротронная визуализация.

Поглощение рентгеновского излучения. Энергетическая зависимость коэффициента поглощения. Показатель преломления. Экспериментальные схемы визуализации с абсорбционным и фазовым контрастом. Томография, способы томографического восстановления. Программы для работы с изображениями. Области применения. Примеры исследований.

8. Рентгеновская топография и визуализация дефектов.

Дефекты кристаллической структуры. Кинематическая и динамическая дифракция.

Эффект аномального пропускания. Виды контраста в топографии. Схемы топографической съемки. Преимущества синхротронного излучения в топографии. Топография с угловой разверткой.

9. Рентгеноструктурный анализ и белковая кристаллография.

Основы метода рентгеноструктурного анализа кристаллов. Структура белковой молекулы. Получение кристалла белка, от гена до выращивания кристалла. Экспериментальное оборудование. Радиационное повреждение. Фазовая проблема и методы ее решения. Уточнение модели структуры. Яркие результаты, повлиявшие на весь мир.

10. Порошковая рентгеновская дифрактометрия.

Теоретические основы метода. Различия методов порошка и монокристалла.

Условия Лауэ, закон Брэгга-Вульфа, сфера Эвальда. Основные задачи порошковой дифракции. Структурный и фазовый анализ. Принципиальная схема синхротронной станции для порошковой дифракции (на примере станции РСА). Порошковый эксперимент на синхротроне – особенности, отличия от лабораторных источников. Анализ дифракционных картин, получаемая информация. Определение параметров микроструктуры. Аппаратное и физическое уширение. Формулы Кальотти, Шеррера и Стокса-Уилсона. Метод Уильямсона-Холла. Индицирование и решение структуры по порошку. Метод симулированного отжига. Полнопрофильный анализ дифрактограмм. Методы Ле Бея и Ритфельда. Анализ полнопрофильной функции. Структурный фактор, фактора Дебая-Валлера. Порошковая дифракция с помощью рентгеновского излучения и нейтронов, сходства и различия. Исследуемые материалы, решаемы задачи, яркие результаты.

11. Малоугловое рассеяние.

Теория малоуглового рассеяния – Борновское приближение, вектор рассеяния, прямое и обратное пространство, радиус инерции и его физический смысл, функция распределения по расстояниям, моделирование структуры монодисперсных систем и интерпретация результатов. Схема малоуглового эксперимента - основные элементы и особенности установки, монохроматизация и фокусировка излучения, коллимация пучка, возможности модернизации экспериментальной базы. Объекты исследования и их особенности, влияние

радиационных повреждений на биологические объекты. Некоторые примеры работ на источниках СИ.

12. Методы исследования поверхностей и интерфейсов.

Основные теоретические подходы к характеристике поверхностей и интерфейсов. Метод рефлектометрии. Метод дифракции в скользящей геометрии. Метод стоячих рентгеновских волн. Исследования на поверхности жидкости. Параметры, извлекаемые с помощью синхротронного излучения. Исследовательская инфраструктура для исследований поверхностей и интерфейсов. Примеры исследований.

13. Рентгенофлуоресцентный анализ и фазочувствительные методы.

Рентгенофлуоресцентный анализ. Исследуемые образцы и область применения. Основы теории: фотоэффект, характеристический рентгеновский спектр атома, качественный и количественный элементный анализ. Экспериментальная схема. Примеры ярких результатов. Фазочувствительные методы. Фазовая проблема рентгеновских исследований. Метод стоячих рентгеновских волн в области полного внешнего отражения и в условиях брэгговской дифракции. Исследуемые образцы и область применения. Основы теории и экспериментальная схема. Примеры ярких результатов. Метод многоволновой дифракции. Исследуемые образцы и область применения. Основы теории и экспериментальная схема. Примеры ярких результатов.

14. Современные подходы к времяразрешающим исследованиям.

Актуальность рентгеновских исследований с временным разрешением. Разные временные масштабы – различные применимые методы. Особенности времяразрешающих дифракционных, спектроскопических и флуоресцентных измерений. Подходы к исследованию медленных процессов. Подходы к исследованию быстрых процессов. Подходы к исследованию сверхбыстрых процессов (Pump-probe, ЛСЭ). Особенности реализации времяразрешающих методов, примеры экспериментальных станций (специальные оптические элементы, специальные детекторы и т.д.). Примеры проведенных исследований.

15. Когерентность синхротронного излучения и когерентные методы.

Понятие когерентности излучения. Полная и частичная когерентность. Когерентность и спектральная яркость источника синхротронного излучения. Длины продольной и поперечной когерентности. Автокорреляционные функции первого и второго порядка. Спеклы. Угловой размер спеклов и статистика интенсивности спеклов. Рентгеновская фотон-корреляционная спектроскопия. Когерентная дифракционная визуализация. Птихография. Примеры научных результатов когерентных методов.

16. Перспективы развития синхротронных исследований в России и в мире.

Перспективы развития экспериментальной инфраструктуры синхротронных и нейтронных исследований. Основные тренды развития синхротронных и нейтронных исследований в мире. Перспективы развития ландшафта megascience. Федеральная научно-техническая программа развития синхротронных и нейтронных исследований и инфраструктуры на 2019-2027 годы.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Статистическая физика

Цель дисциплины:

- познакомить студентов с закономерностями, имеющимися в макроскопических системах с большим числом частиц, как классических, так и квантовых, а также с методами, которые применяются в статистической физике для описания свойств таких систем. При этом системы из большого числа частиц будут рассматриваться, главным образом, в состоянии статистического равновесия. Небольшая часть курса будет посвящена изучению основ неравновесной статистической механики.

Задачи дисциплины:

- научить студентов, исходя из микроскопической модели строения вещества, пользуясь методами статистической физики, рассчитывать свойства макроскопических систем, такие как уравнение состояния, теплоемкость, магнитная и диэлектрические восприимчивости и другие.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные распределения в статистической термодинамике классических и квантовых систем, содержащих большое число частиц: микроканоническое распределение, каноническое распределение Гиббса с постоянным числом частиц и распределение Гиббса с переменным числом частиц, а также условия, при которых реализуются данные распределения;
- статистические определения энтропии для микроканонического и канонического распределений;
- основные термодинамические неравенства;
- определения химического потенциала в системах с переменным числом частиц для различных термодинамических потенциалов;
- критерии вырождения и идеальности ферми-газа,
- основные особенности явления бозе-конденсации в идеальном бозе-газе;
- условия, при которых ферми- и бозе-статистики переходят в больцмановскую статистику;

- симметричные свойства волновых функций систем тождественных частиц, описываемых ферми- и бозе-статистиками;
- особенности подхода к описанию свойств квантовых систем взаимодействующих частиц с помощью языка квазичастиц;
- общие представления о микроскопической теории сверхпроводимости Бардина-Купера-Шриффера;
- основные положения теории фазовых переходов Прода Ландау на примере феноменологической теории сверхпроводимости Гинзбурга-Ландау;
- общие представления о стационарном и нестационарном эффектах Джозефсона и их применении для создания сверхпроводящих квантовых интерферометров;
- особенности подхода к описанию неравновесных процессов с помощью кинетического уравнения Больцмана и уравнения кинетического баланса Паули.

уметь:

- находить средние значения физических измеряемых величин с помощью функции распределения в классической статистике и с помощью матрицы плотности в квантовой статистике;
- вычислять статистические суммы для идеального одноатомного газа, газа двухатомных молекул, идеальных квантовых ферми- и бозе-газов;
- находить температурную зависимость колебательной и вращательной теплоемкостей двухатомного газа молекул, состоящих как из разных, так и из одинаковых атомов;
- выводить термодинамические соотношения для двухуровневых систем;
- вычислять флуктуации физических измеряемых величин в термодинамической теории флуктуаций;
- находить выражения для свободной энергии, химического потенциала, энергии, теплоемкости, уравнения состояния идеального классического больцмановского газа и идеальных квантовых ферми- и бозе-газов;
- находить температурную зависимость намагниченности и магнитной восприимчивости классического идеального газа магнитных диполей и квантового газа атомов, имеющих орбитальный и спиновый моменты;
- вычислять парамагнитную и диамагнитную восприимчивости идеального электронного ферми-газа;
- находить температурную зависимость намагниченности и магнитной восприимчивости ферромагнетика в модели Изинга в приближении метода самосогласованного поля;
- находить температурную зависимость колебательной теплоемкости кристаллической решетки в модели Дебая;
- описывать термодинамические свойства сверхпроводящего состояния в модели Гинзбурга-Ландау;

- находить величины термодинамического критического магнитного поля для сверхпроводников I рода и величины нижнего и верхнего критических магнитных полей в сверхпроводниках II рода;
- вычислять в \hbar -приближении кинетические коэффициенты вырожденного электронного газа в металле;
- решать уравнение кинетического баланса Паули для двухуровневой и n-уровневой системы.

владеть:

- основными методами статистической физики – методом ансамблей Гиббса;
- методом вычисления средних величин с помощью матрицы плотности;
- методом вторичного квантования;
- методом функционала Гинзбурга-Ландау для феноменологического описания фазовых переходов второго рода на примере сверхпроводящего перехода;
- методом самосогласованного поля для систем взаимодействующих частиц;
- простейшими методами описания неравновесных явлений с помощью кинетического уравнения Больцмана и уравнения кинетического баланса Паули.

Темы и разделы курса:

1. Идеальные газы.

Идеальный одноатомный газ. Распределение Максвелла–Больцмана. Термодинамические свойства двухуровневых систем. Внутренние степени свободы атомов и молекул.

Вращательная и колебательная теплоемкость газа из двухатомных молекул. Влияние спинов ядер на температурную зависимость теплоемкости орто- и параводорода. Закон равнораспределения.

Большой статистический ансамбль для ферми- и бозе-газа. Распределение Ферми–Дирака и Бозе–Эйнштейна. Переход к распределению Больцмана.

Симметрия волновых функций систем, состоящих из большого количества тождественных частиц. Метод вторичного квантования. Вырожденный идеальный ферми-газ. Химический потенциал, плотность состояний на поверхности Ферми, теплоемкость электронов в металле. Уравнение состояния, случай низких температур, высоких плотностей и высоких температур, малых плотностей. Парамагнетизм Паули и диамагнетизм Ландау.

Конденсация Бозе–Эйнштейна. Химический потенциал, теплоемкость и уравнение состояния идеального бозе-газа. Фононы и модель Дебая.

2. Неидеальные квантовые газы.

Гипотеза квазичастиц. Элементарные возбуждения в идеальном ферми-газе. Неидеальный ферми-газ со слабым притяжением. Задача Купера о связанном состоянии двух электронов над ферми-поверхностью. Гамильтониан модели Бардина–Купера–Шриффера и спектр возбуждений в сверхпроводниках. Функция распределения частиц по состояниям. Скачок теплоемкости и термодинамическое критическое поле в феноменологической теории сверхпроводимости Гинзбурга–Ландау. Параметр порядка, флуктуации параметра порядка. Ограничения на применимость теории фазовых переходов II рода Ландау. Квантование магнитного потока в сверхпроводниках. Сверхпроводники I и II рода. Стационарный и нестационарный эффекты Джозефсона. Сверхпроводящие квантовые интерферометры.

3. Основы кинетической теории.

Кинетика бальцмановского газа. Функция распределения. Уравнение переноса Бальцмана и область его применимости. H-теорема Бальцмана, парадоксы "обратимости" и "возврата". Уравнение Бальцмана в \square -приближении и без учета столкновений. Уравнение Власова–Ландау. Кинетические коэффициенты металла.

Феноменологическое описание неравновесных процессов. Принцип симметрии кинетических коэффициентов Онсагера. Уравнение кинетического баланса Паули.

4. Основы статистической термодинамики.

Вероятностное описание динамического состояния систем, содержащих большое число частиц. Метод ансамблей. Функция распределения и равновесная матрица плотности. Микроканоническое распределение. Статистическое определение энтропии. Вывод термодинамических соотношений в микроканоническом распределении.

Каноническое распределение Гиббса. Статистическая сумма. Вычисление основных термодинамических величин, термодинамические потенциалы. Флуктуации энергии в каноническом распределении. Эквивалентность канонического и микроканонического ансамблей.

Системы с переменным числом частиц, большой канонический ансамбль. Флуктуации числа частиц, эквивалентность большого канонического ансамбля и канонического ансамбля. Термодинамические неравенства. Термодинамическая теория флуктуаций.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Стохастические процессы

Цель дисциплины:

- познакомить студентов с основными идеями и понятиями, необходимыми для построения стохастических моделей разнообразных процессов, вычислительных алгоритмов и открытых систем;
- дать инструментарий для описания случайных процессов в терминах классических стохастических дифференциальных уравнений;
- познакомить с базовыми случайными процессами – винеровским, пуассоновским и процессами Леви;
- ознакомить с субординированными случайными процессами как моделями немарковских процессов;
- ознакомить с новыми математическими понятиями, возникающими при описании базовых случайных процессов, такими как дробные производные и интегралы, их свойствами, фрактальными объектами.

Задачи дисциплины:

- научить студентов составлять и решать классические стохастические дифференциальные уравнения (СДУ), понимать базовые понятия и представления, лежащие в их основе, научить получать из СДУ детерминированные дифференциальные уравнения для основных характеристик открытых систем;
- научить моделировать решения детерминированных уравнений случайными уравнениями;
- научить рассчитывать основные вероятностные характеристики случайных процессов, строить случайные модели разнообразных явлений и систем;

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные понятия теории вероятности – сигма- и борелевские алгебры, измеримые пространства, вероятностную меру, вероятностное и полное вероятностное пространства, пространство состояний, измеримые функции, случайные величины и функции,

математическое ожидание и дисперсию случайной величины, условную математическое ожидание и условную вероятность относительно сигма-алгебры, функцию распределения вероятности и плотность функции распределения, совместные и условные вероятности;

- основные понятия теории стохастических процессов - марковские процессы, сепарабельные процессы, сечение и траектория случайного процесса, теорема Колмогорова;

- основные понятия современной теории стохастических процессов - информационный поток (фильтрация), неупреждающий процесс, история процесса, модифицированные, неразличимые и регулярные (cadlag) случайные процессы, марковское время (время остановки), мартингалы, суб и супер мартингалы, функции ограниченной вариации;

- основные понятия и представления центральных предельных теорем - сходимости почти наверное (п.н.), стохастический предел, или предел по вероятности, сходимости в среднем порядка n , предел по распределению, слабую сходимости, взаимосвязь различных пределов, свойства характеристической функции, характеристическую функцию для гауссовского распределения, теорему о непрерывности; центральную предельную теорему для одинаково распределенных случайных величин, связь с ренорм-групповым подходом, ренорм-групповое преобразование, неподвижную точку, анализ устойчивости, центральную предельную теорему для одинаково распределенных случайных величин в случае бесконечной дисперсии;

- уравнение Чемпена-Колмогорова-Смолуховского, обобщенное уравнение Фоккера-Планка, математическое определение непрерывного марковского процесса, частные случаи обобщенного уравнения Фоккера-Планка - управляющее уравнение, диффузионные процессы, уравнение Фоккера-Планка; детерминированные процессы и уравнение Лиувилля как частный случай обобщенного уравнения Фоккера-Планка; обобщенное уравнение Фоккера-Планка как кинетическое уравнение при классическом и квантовом описании;

- стационарные марковские процессы - эргодические свойства стационарного процесса, измерения среднего значения, автокорреляционной функции, спектра, теореме Винера-Хинчина, измерение функции распределения; однородные марковские процессы и их физическую интерпретацию, автокорреляционную функцию марковских процессов;

- основные представления о винеровском процессе - нерегулярность и недифференцируемость траекторий, независимость приращений, автокорреляционные функции;

- основные представления о процесс Орнштейна – Уленбека - корреляционные функции, гауссовость, стационарное решение, использование в качестве модели реального шумового сигнала;

- основные представления винеровских стохастических дифференциальных уравнений - обоснование уравнений типа Ланжевена, белый шум, аппроксимации белого шума, роль центральной предельной теоремы, свойство марковости интеграла от белого шума; определение стохастического интеграла, интегралы Ито и Стратоновича для частного случая; свойства стохастического интеграла Ито (существование. интегрирование многочленов, правила дифференцирования, средние значения, формула для корреляции);

- решения и преобразования винеровских стохастических дифференциальных уравнений - приближенное решение методом Коши – Эйлера (условия существования и единственности

решения на интервале, марковское свойство решения стохастического дифференциального уравнения Ито), замена переменных (формула Ито), другой подход к формуле Ито, правило дифференцирования Ито, связь между уравнением Фоккера - Планка и стохастическим дифференциальным уравнением; случай, когда коэффициенты стохастического дифференциального уравнения не зависят от времени, случай мультипликативного шума; случай процесса Орнштейна-Уленбека; использование замены переменной при поиске решаемых СДУ. уравнения для среднего и моментов; решение СДУ для осциллятора с шумящей частотой; обоснования интегрального представления уравнения;

- определения и свойства стохастических дифференциалов и интегралов в смысле Ито и Стратановича, дифференциальных уравнений Ито и Стратановича;

- одномерная линейная задача фильтрации;

- СДУ, управляемые независимыми случайными винеровскими процессами, СДУ в случае комплексного винеровского процесса, комплексный винеровский процесс общего вида;

- составные пуассоновские процессы, компенсированный пуассоновский процесс;

- СДУ невинеровского типа, решения простейших СДУ невинеровского типа (уравнение для заряда на аноде, уравнение для тока на аноде, линейное уравнение, осциллятор с шумящей частотой невинеровского типа, осциллятор с шумящей частотой общего типа);

- альфа-устойчивые процессы - свойство самоподобия (масштабной инвариантности), теорема Леви-Хинчина, свойства функции плотности распределения, распределения Коши и Леви-Смирнова;

- простейшие стохастические уравнения с участием устойчивых процессов, процесс Коши, случай типа процесса Орнштейна-Уленбека;

- формула Ито для процессов Леви;

- линейное стохастическое уравнение для процессов Леви;

- связь СДУ, управляемых составным пуассоновским процессом, с уравнениями типа Фоккера-Планка с дробными производными, дробные интегралы Римана-Лиувилля, дробные производные на прямой, дробные производные Капуто и Маршо, преобразования Лапласа уравнений с дробными производными, формулы интегрирования по частям.

уметь:

- вычислять простейшие стохастические интегралы в смысле Ито и Стратановича;

- составлять стохастические дифференциальные уравнения для осциллятора с шумящей частотой, для механических систем со случайными силами, телеграфного процесса, электрического тока в цепях, уравнения фильтрации;

- получать СДУ Ито из СДУ Стратановича;

- составлять СДУ, управляемое независимыми винеровскими процессами, составными пуассоновскими процессами;

- получать управляющие уравнения типа Фоккера-Планка из СДУ винеровского, пуассоновского типов, а также СДУ для процессов Леви;

- получать из СДУ уравнения для корреляционных функций, моментов и т.п.;
- решать СДУ, управляемые винеровским и пуассоновским процессами.

владеть:

- основными методами теории стохастических процессов – метод стохастических дифференциальных уравнений винеровского, пуассоновского и обобщенного типов, метод уравнений Фоккера-Планка, управляющего уравнения, аппаратом характеристической функции, центральными предельными теоремами.

Темы и разделы курса:

1. Случайные процессы Леви и субординированные процессы.

Альфа-устойчивые процессы. Характеристики процессов Леви. Основы теории субординированных случайных процессов и СДУ обобщенного невинеровского типа. Другой вывод уравнения Фоккера-Планка для уравнения Ланжевена в случае процесса Леви. Модель непрерывного во времени броуновского движения. Вероятностные характеристики направляющего процесса. Дробные производные в управляющем уравнении для случая подчиненного случайного процесса.

2. Стохастические дифференциальные уравнения и кинетические уравнения для открытых систем.

Парадигма СДУ. Открытые системы и релаксационные процессы. Особенности СДУ и стохастических интегралов. Алгебра инкрементов. Регулярные разрывные функции и стохастическая непрерывность. СДУ и кинетические (управляющие) уравнения. Элементарные операции с СДУ. Решения СДУ. Масштабы времен изменения переменных в СДУ. Роль центральных предельных теорем. Переход от микро к макрокопике. Масштабное преобразование. Уравнения Ланжевена. Основные случайные процессы. Пуассоновский процесс. Сумма независимых пуассоновских процессов. Полиномиальное распределение. Процессы Леви и СДУ общего вида. Составной пуассоновский процесс и процессы Леви. Кинетическое уравнение для СДУ, управляемым процессом Леви. Процессы Леви из винеровского процесса. Связь центральных предельных теорем с ренормгрупповым подходом.

3. Теория СДУ винеровского и пуассоновского типов.

Обоснование уравнений типа Ланжевена, белый шум, аппроксимации белого шума, свойство марковости интеграла от белого шума. Определения стохастического интеграла Ито и Стратановича, их вычисления для частного случая. Свойства стохастического интеграла Ито (существование, интегрирование многочленов, правила дифференцирования, средние значения, формула для корреляции). Определения и свойства стохастических дифференциалов и интегралов в смысле Ито и Стратановича, дифференциальных уравнений Ито и Стратановича. Замена переменных (формула Ито), правило дифференцирования Ито. Связь между интегралами и СДУ Ито и Стратановича. Решения СДУ в случаях, когда коэффициенты стохастического дифференциального уравнения не зависят от времени, мультипликативного шума; процесса Орнштейна-Уленбека. Уравнения для среднего и моментов. Решение СДУ для осциллятора с шумящей

частотой. Комплексный винеровский процесс общего вида и СДУ, им управляемые. СДУ невинеровского типа, решения простейших СДУ невинеровского типа (уравнение для заряда на аноде, уравнение для тока на аноде, линейное уравнение, осциллятор с шумящей частотой невинеровского типа). СДУ и кинетическое уравнение для телеграфного процесса. Осциллятор с шумом винеровского и пуассоновского типов. СДУ, управляемые независимыми случайными винеровскими процессами, СДУ в случае комплексного винеровского процесса, комплексный винеровский процесс общего вида. Примеры использования СДУ в описании физических процессов и решении детерминированных дифференциальных уравнений в частных производных. Элементарная теория фильтрации. Фильтр Калмана-Бьюси.

4. Традиционная теория случайных процессов.

Основные необходимые представления теории вероятностей. Примеры мер. Сепарабельные процессы и теорема Колмогорова. Условие марковости. Уравнение Чемпена-Колмогорова-Смолуховского и его частные случаи. Еще раз о винеровском процессе. Подходы Эйнштейна, Ланжевена и Башелье. Стационарные марковские процессы, их эргодические свойства, измерения среднего значения, автокорреляционной функции, спектра, теорема Винера-Хинчина, измерение функции распределения. Однородные марковские процессы и их физическая интерпретация, автокорреляционная функция марковских процессов. Центральные предельные теоремы.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Теория вероятностей

Цель дисциплины:

- изучение методов теории вероятностей и математической статистики и их применений для обработки экспериментальных данных и статистического моделирования.

Задачи дисциплины:

- знакомство с аксиоматикой Колмогорова и основными понятиями теории вероятностей: события совместные и несовместные, зависимые и независимые, сходимость по распределению, по вероятности, почти наверное, доверительные вероятности и интервалы, статистические ошибки первого и второго рода, функции правдоподобия и информация Фишера, свойства марковости и эргодичности;

- изучение свойств основных распределений, используемых в теории вероятностей и математической статистике, их характеристических функций (теорема Бохнера-Хинчина) и моментов (теорема Бернштейна), предельных теорем для случайных выборок и экстремальных событий, параметрических и непараметрических методов проверки статистических гипотез, определения параметров распределений и обработки экспериментальных данных, включая метод Колмогорова—Смирнова и метод наибольшего правдоподобия, изучение критериев эргодичности для цепей Маркова;

- практическое изучение способов получения и преобразования случайных величин, цепей Маркова, моделирования скачкообразных и диффузионных случайных процессов на ПК.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- классическое определение вероятности, понятие вероятностного пространства (аксиоматика Колмогорова), понятие независимых событий; определение условной вероятности; формулу полной вероятности, формулу Байеса, схему независимых испытаний Бернулли; понятия случайной величины;

- функции распределения и плотности распределения; понятия дискретной и абсолютно непрерывной случайных величин; определение среднего значения и дисперсии; определения многомерной случайной величины; независимой случайной величины; коэффициента корреляции; нормальное распределение и распределение Пуассона;

- предельные теоремы Муавра-Лапласа и Пуассона; закон больших чисел; центральную предельную теорему; определения характеристической и производящей функций, их свойства; основные понятия математической статистики, метод максимума правдоподобия, доверительные интервалы; методы проверки статистических гипотез;

- цепи Маркова, их статистический и физический смысл, марковские процессы, конечные однородные цепи Маркова, предельное и стационарное распределения, эргодичность; определение стохастического процесса, задание стохастических процессов с помощью конечномерных распределений, стохастическую эквивалентность.

уметь:

- применять свойства вероятности;
- вычислять числовые характеристики основных законов распределения;
- находить распределение функций от случайных величин с заданными распределениями;
- находить характеристические и производящие функции;
- выявлять предельное распределение для последовательности случайных величин;
- строить и исследовать модели простых случайных экспериментов;
- вычислять числовые характеристики основных законов распределения;
- применять статистические таблицы.

владеть:

- аппаратом теории вероятностей; основными одномерными распределениями (равномерное дискретное, Бернулли, биномиальное, отрицательное биномиальное, гипергеометрическое, геометрическое, Пуассона, Парето, равномерное, показательное, нормальное);
- навыками установления взаимосвязей между различными теоретическими понятиями и результатами случайных экспериментов (соотношениями разных видов сходимости); методами точечных и интервальных оценок параметров распределения.

Темы и разделы курса:

1. Вероятностные пространства и основные распределения.

1. Вероятностное пространство. Несовместные и независимые события. Условная вероятность. Формула Байеса.

2. Случайные величины, их средние значения, дисперсии и моменты высших порядков. Распределение сумм и произведений независимых случайных величин. Примеры для финитных д.с.в. Распределение функции от случайной величины.

3. Характеристические и производящие функции случайных величин. Х.ф. суммы независимых случайных величин. Положительная определенность и равномерная

непрерывность. Примеры х.ф. для основных распределений. Моменты и комулянты, их связь с х.ф.

4. Корреляционные и ковариационные функции. Рекуррентные соотношения. Параметризация многомерных нормальных распределений и их характеристических функций с помощью ковариационных матриц.

5. Датчики псевдослучайных чисел в системе Математика для основных распределений: биномиальное, пуассоновское и нормальное распределение, гамма-распределение. Опции графического вывода. Интерактивные функции.

2. Критерий Колмогорова.

1. Ранговые и кумулятивные распределения. Теорема Гливленко--Кантелли.

2. С-критерий Колмогорова для оценки параметров выборочных кумулятивных распределений. Теорема Смирнова.

3. Формулы Крамера--фон Мизеса и Андерсона--Дарлингга. Оценки показателей полиномиально убывающих хвостов.

4. Простые и сложные статистические гипотезы. Понятие мощности статистических критериев.

3. Критерий Пирсона.

1. Метод Пирсона для проверки гипотезы о законе распределения с помощью критерия хи-квадрат. Оценка числа степеней свободы.

2. Применение критерия хи-квадрат для проверки гипотезы об однородности с помощью критерия Пирсона

3. Применение критерия хи-квадрат для проверки гипотезы о независимости с помощью критерия Пирсона

4. Оценка статистической достоверности закона Хаббла, контроль качества датчиков псевдослучайных чисел и проверка независимости признаков.

4. Линейный метод наименьших квадратов.

1. Алгебраическое и геометрическое содержание метода наименьших квадратов

2. Оценка и статистический анализ остаточной суммы квадратов. Коэффициент детерминации Пирсона

3. Оценки доверительных интервалов для коэффициентов линейной регрессии с помощью распределений Стьюдента.

4. Сеточные ортонормированные полиномы. Метод Форсайта для оценки порядка регрессии с помощью распределений Фишера. Процедура Regress в системе. Математика для оценки порядка регрессии. Численные примеры аппроксимации экспериментальных данных

5. Марковские цепи и случайные блуждания.

1. Марковские цепи

2. Случайное блуждание и его свойства, закон арксинуса

3. Классификация состояний цепей Маркова. неприводимые марковские цепи

4. Теорема Перрона–Фробениуса для неприводимых цепей. Возвратные, невозвратные и апериодические состояния марковских цепей.

6. Метод максимального правдоподобия.

1. Идентификация параметров методом наибольшего правдоподобия.

2. Информация Фишера и неравенство Рао--Крамера.

3. Примеры эффективных статистик. Реализации метода наибольшего правдоподобия для оценок параметров распределений (нормального, Гамма-распределения, Коши, Пуассона, Бернулли, Парето). Примеры оптимальных статистик

4. Примеры применения метода наибольшего правдоподобия в физике по материалам научных публикаций

7. Метод Монте-Карло и алгоритм Метрополиса.

1. Методы отбора и преобразования случайных величин. Метод фон Неймана. Метод Монте-Карло.

2. Стохастическое представление решения задачи Коши для уравнения Шредингера. Сеточная аппроксимация решений и получение информации о спектре гамильтониана.

3. Алгоритмы Метрополиса, Глаубера и Хастингса для моделирования дискретных распределений. Условие детального баланса. Случай марковских цепей с непрерывным множеством состояний. Моделирование пуассоновских случайных процессов. Алгоритм Хастингса для несимметричных цепей. Применения.

8. Проблема моментов и теорема Бернштейна.

1. Достаточные условия аналитичности характеристических функций. Условие Карлемана. Пример нарушения однозначного соответствия между набором моментов и вероятностным распределением.

2. Полиномы Бернштейна. Теорема о реконструкции вероятностного распределения по моментам. Формула реконструкции распределений.

3. Распределение Вигнера и его связь со спектральными свойствами случайных матриц и числами Каталана.

4. Кривые Пирсона. Классы распределений, точно воспроизводимых по 4-м моментам. Программная реализация метода Пирсона в системе Математика

9. Скачкообразные и диффузионные процессы.

1. Пуассоновский процесс и уравнение Колмогорова--Феллера. Численное моделирование пуассоновского процесса

2. Сходимость случайных блужданий к винеровскому процессу.

3. Представление стандартного винеровского процесса рядом Фурье со случайными коэффициентами. Принцип отражения Андрэ и другие оценки распределения времени первого достижения.

4. Формула Фейнмана--Каца и ее обобщения. Абсолютно непрерывные преобразования вероятностных мер. Формула Гирсанова.

10. Статистическая обработка экспериментальных данных.

1. Обработка экспериментальных данных и задачи математической статистики. Выборочное среднее и выборочная дисперсия. Несмещенные и состоятельные оценки параметров.

2. Критерий Стьюдента. Вывод формулы для распределения с N степенями свободы. Предел при больших N .

3. Оценка доверительного интервала, статистическая значимость, ошибки первого и второго рода

4. Применение распределения Стьюдента для проверки гипотезы о равенстве средних значений.

5. Сравнение выборочных дисперсий с помощью распределения Фишера. Оценка доверительного интервала в системе Математика

6. Гипотеза об однородности многокомпонентной генеральной совокупности. Пример проверки гипотезы об однородности на реальных данных

11. Сходимость случайных величин и предельные теоремы.

1. Неравенство Чебышева. Сходимость по вероятности. Закон больших чисел. Достаточное условие сходимости с вероятностью единица.

2. Сходимость биномиального распределения к пуассоновскому и нормальному. Сходимость по вероятности и по распределению.

3. Доказательство теоремы Муавра--Лапласа. Численные примеры в системе Математика.

4. Предельная теорема для экстремальных событий. Распределения Вейбулла, Гумбеля и Фишера.

12. Теорема Бохнера--Хинчина и центральная предельная теорема.

1. Положительная определенность характеристических функций и лемма Шура. Примеры положительно определенных функций.

2. Теорема Бохнера--Хинчина. Плотность и относительная компактность семейства мер.

3. Плотные и относительно слабо компактные семейства мер. Достаточное условие относительной слабой компактности. Теорема Прохорова. Центральная предельная теорема.

4. ЦПТ в форме Ляпунова и Линдеберга.

5. Безгранично делимые и устойчивые законы и структура их характеристических функций.

6. Модель Хольцмарка. Распределения Леви. Предельные теоремы для распределений с тяжелыми хвостами

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Теория поля

Цель дисциплины:

- освоение студентами теории электромагнитного поля, математических методов общего описания классических полей, освоение основ специальной теории относительности.

Задачи дисциплины:

- знакомство с базовыми экспериментальными фактами в области теории электромагнитного поля;
- усвоение основных концепций, выдвинутых для описания классических полей и, в частности, классического электромагнитного поля;
- овладение математическими методами, позволяющими решать задачи по теории поля;
- решение задач, охватывающих основные приложения теории электромагнитного поля.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- принципы и основные результаты специальной теории относительности;
- методы описания взаимодействий классических систем заряженных частиц с полями между собой;
- методы описания классического электромагнитного поля;
- описание электромагнитного поля, создаваемого системами зарядов;
- излучение электромагнитного поля;
- особенности излучения релятивистских частиц (синхротронное излучение, ондуляторы).

уметь:

- решать кинематические задачи о движении релятивистских объектов;
- решать задачи о движении заряженных частиц в электромагнитном поле;

- определять взаимодействие систем зарядов с внешними полями;
- мультипольные моменты;
- определять состояния системы зарядов, при которых наблюдается излучение электромагнитного поля, и находить интенсивность излучения.

владеть:

- методами описания классического электромагнитного поля;
- основными методами решения задач о движении заряженных частиц, в том числе релятивистских, в различных электромагнитных полях;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных с взаимодействием заряженных частиц и электромагнитного поля.

Темы и разделы курса:

1. Излучение электромагнитных волн.

Запаздывающий и опережающий потенциалы. Излучение электромагнитных волн медленно движущимися (нерелятивистскими) зарядами. Дипольное приближение.

Магнитодипольное и квадрупольное приближения в теории излучения электромагнитных волн медленно движущимися зарядами. Излучение быстро движущейся (релятивистской) частицы. Рассеяние электромагнитных волн на свободном заряде. Радиационное трение.

2. Инвариантность и ковариантность уравнений электродинамики и релятивистской механики.

Контравариантные и ковариантные 4-векторы и 4-тензоры в специальной теории относительности. Инвариантность и ковариантность уравнений электродинамики и релятивистской механики. Действие и функция лагранжа для свободной частицы и частицы в электромагнитном поле. Движение релятивистской частицы в постоянных и однородных электрическом и магнитном полях. Преобразование полей. Инварианты поля. Эффект Доплера и абберация света для релятивистских источников.

3. Уравнения Максвелла. Электростатика. Магнитостатика.

Уравнения Максвелла для напряжённостей электрического и магнитного полей как результат обобщения опытных фактов. Электрическое поле неподвижных зарядов. Мультипольное разложение потенциала. Магнитное поле системы стационарных электрических токов. Магнитный дипольный момент.

4. Электромагнитные волны. Принцип относительности и преобразования Лоренца.

Электромагнитные волны в вакууме. Принцип относительности и преобразования Лоренца.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Теория функций комплексного переменного

Цель дисциплины:

- познакомить студентов с основами теории функции комплексного переменного, научить студентов использовать мощный аппарат теории функций комплексного переменного в анализе поставленных перед ними задач.

Задачи дисциплины:

- научить студентов, пользуясь методами теории функций комплексного переменного;
- проводить вычисления, связанные с интегральным исчислением и уравнениями математической физики.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- Основные представления комплексных чисел.
- Условия Коши-Римана.
- Представление аналитических функций с помощью степенных рядов.
- Теорему Коши об интегрировании аналитической функции по замкнутому контуру.
- Теорему Коши о вычетах.
- Понятие особой точки. Определение вычета функции.
- Представление функции в окрестности особых точек с помощью степенных рядов.
- Свойства дробно-линейного отображения.
- Конформное отображение с помощью элементарных функций.
- Логарифмический вычет.
- Теорему Руше о приращении аргумента.

уметь:

- Вычислять функции от комплексного числа.
- Дифференцировать функции комплексного аргумента.
- Строить по заданной действительной или мнимой части аналитическую функцию.
- Вычислять интеграл от функции комплексного аргумента по кривой или по замкнутому контуру.
- Раскладывать функцию в ряд Лорана в окрестности особых точек.
- С помощью конформных отображений переводить одну заданную область в другую.

владеть:

- Элементарными операциями с комплексными числами.
- Методами дифференцирования функций комплексного аргумента.
- Основными методами вычисления интегралов от функций комплексного переменного.
- Основными способами конформных отображений.

Темы и разделы курса:

1. Дифференцируемость функций комплексного переменного. Условия Коши-Римана. Действительная и комплексная дифференцируемости. Условия Коши-Римана.

2. Интеграл по пути от функции комплексного переменного.

Путь на комплексной плоскости. Определение интеграла, суммы Дарбу, интегральные суммы. Интеграл от степенной функции.

3. Комплексные числа. Сфера Римана.

Определение комплексного числа. Основные способы представления комплексного числа. Формула Эйлера. Представление комплексной плоскости с помощью сферы Римана. Замыкание комплексной плоскости, бесконечно удаленная точка.

4. Конформные отображения с помощью элементарных функций.

Конформные отображения с помощью элементарных функций и обратных к ним – степенная, экспонента.

5. Конформное отображение с помощью дробно-линейной функции.

Свойства дробно-линейного отображения. Круговое свойство дробно-линейного отображения. Элементарные отображения с помощью дробно-линейного отображения.

6. Многолистные функции.

Ветви аналитической функции. Точка ветвления.

7. Особые точки аналитической функции. Вычеты.

Определение и классификация изолированных особых точек. Определение вычета функции в точке.

8. Ряд Лорана аналитической функции в окрестности особой точки.

Теорема о равномерной сходимости ряда Лорана. Классификация особых точек с точки зрения ряда Лорана. Теорема Коши о вычетах. Лемма Жордана.

9. Ряд Тейлора для аналитической функции.

Определение ряда Тейлора, теорема о равномерной сходимости ряда Тейлора. Бесконечная дифференцируемость аналитических функций. Единственность аналитических функций.

10. Теорема Коши об аналитической функции по замкнутому контуру.

Жорданов контур. Лемма Гурса. Интегрирование элементарных функций по замкнутому контуру.

11. Теорема Руше. Принцип аргумента.

Логарифмический вычет функции. Теорема Руше. Основная теорема алгебры.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Технологии программирования

Цель дисциплины:

- изучение общих принципов программирования сложных систем, методов выбора типа программной модели системы, получение навыков программирования при создании сложных гетерогенных программных комплексов.

Задачи дисциплины:

- изучение основных принципов организации сложных программных систем;
- освоение распространённых приемов и методов программирования, а также методов их сочетания и решения возникающих при этом проблем;
- изучение технологий создания программ на разных языках программирования с использованием разных представлений предметных областей;
- получение навыков решения научных и практических задач с использованием методов императивного, функционального, объектно-ориентированного программирования.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные принципы организации сложных программных систем.

уметь:

- применять приемы и методы программирования в своей практической деятельности;
- создавать сложные программные системы;
- обоснованно выбирать наиболее подходящие типы моделей разрабатываемых систем.

владеть:

- методологией и навыками решения научных и практических задач с использованием объектно-ориентированного, функционального и логического программирования.

Темы и разделы курса:

1. Основные понятия ООП

Основы языков C++ и Python: базовый синтаксис, модульность, системы типов, трансляция. Автоматизация тестирования, таймирования, проверки стиля программ

Основные понятия объектно-ориентированного программирования. Классы и объекты в C++ и Python

Шаблоны в C++: понятие статического полиморфизма, реализация, стандартные шаблоны из STL. Стандартные контейнеры в Python

Наследование в C++ и Python: определение, виртуальные функции, множественное наследование, метаклассы в Python. Обработка ошибок

Работа с ресурсами: ручное управление ресурсами в C++, умные указатели, алгоритмы сборки мусора

2. Модульная организация программ

Паттерны проектирования в ООП: типы, применение, примеры (итератор, действие, стратегия, фасад, фабрика, синглтон, посетитель, адаптер)

Ввод-вывод: средства стандартных библиотек, обработка ошибок, асинхронный ввод-вывод

Пользовательский интерфейс: виды, требования, методы обработки событий

История развития ООП: предпосылки появления, язык Smalltalk. Перспективы ООП

3. Логическое программирование

Основы логического программирования на языке Prolog: базовый синтаксис фактов, правил, запросов; алгоритм обработки запросов

Организация программ на языке Prolog: отладка программ, генерация и обработка ошибок; специфика рекурсии в логических языках; разбор примеров

4. Функциональное программирование

Теоретические концепции функционального программирования: лямбда-исчисление, основы теории типов

Основы языка Haskell: базовый синтаксис, типы, организация программных модулей, сборка и отладка программ

Исполнение программы в Haskell: понятие ленивых вычислений, бесконечные структуры данных, рекурсия

Типизация в функциональных языках: вывод типов, составные типы данных и их обработка, виды полиморфизма, классы типов

Обработка данных в функциональных языках: преобразование списков с помощью map и fold, генерация списков

Ввод-вывод в функциональных языках: состояние, побочные эффекты, монады

Введение в теорию категорий: определение категории, коммутативные диаграммы, морфизмы, функторы. Применение теории категорий в анализе методов обработки информации

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Уравнения математической физики

Цель дисциплины:

- формирование базовых знаний по математической физике для дальнейшего использования в других областях математического знания и дисциплинах естественнонаучного содержания;
- формирование математической культуры, исследовательских навыков и способности применять знания на практике.

Задачи дисциплины:

- формирование у обучающихся базовых знаний по математической физике;
- формирование общематематической культуры: умение логически мыслить, проводить доказательства основных утверждений, устанавливать логические связи между понятиями;
- формирование умений и навыков применять полученные знания для решения задач математической физики, самостоятельного анализа полученных результатов.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- определение и свойства линейных, квазилинейных и нелинейных уравнений первого порядка, теоремы существования и единственности решения задачи Коши для них, определение симплектической и контактной структуры, вид характеристик для уравнений первого порядка;
- формулу Пуассона решения задачи Коши для уравнения теплопроводности, теоремы существования и единственности решения задачи Коши, принцип максимума; формулу Ньютона решения уравнения Пуассона, теоремы существования и единственности, принцип максимума;
- формулы д'Аламбера, Кирхгофа и Пуассона решения задачи Коши для волнового уравнения, теоремы существования и единственности, закон сохранения энергии; определение и свойства обобщенных функций, пространства обобщенных функций, производные, тензорное произведение и свертка обобщенных функций;

- определение обобщенных решений дифференциальных операторов и фундаментального решения дифференциального оператора с постоянными коэффициентами;
- теорему Хермандера, конструкцию фундаментального решения обыкновенного дифференциального оператора, формулы для фундаментальных решений операторов теплопроводности, Лапласа и волнового;
- постановки краевых задач для уравнений Лапласа и Пуассона, теоремы единственности решений краевых задач, определение и свойства потенциалов простого и двойного слоя, теоремы существования решений внутренних и внешних задач Дирихле и Неймана, определение и свойства функции Грина задач Дирихле и Неймана;
- свойства собственных значений и собственных функций оператора Лапласа в ограниченной области; свойства решений уравнения Гельмгольца, условия излучения Зоммерфельда, принцип предельного поглощения, принцип предельной амплитуды;
- фундаментальное решение оператора Лапласа на плоскости, теоремы существования и единственности решения двумерных краевых задач, формулы для функции Грина и решения задачи Дирихле в односвязной области;
- определение псевдодифференциального оператора, ограниченность п.д.о. в пространствах Соболева, теоремы о композиции и псевдолокальности п.д.о., свойства эллиптических п.д.о., теорему о параметрикссе, свойства интегральных операторов Фурье.

уметь:

- решать квазилинейные уравнения первого порядка, уравнение Гамильтона – Якоби и общее нелинейное уравнение, находить их характеристики; решать задачи Коши для уравнений теплопроводности и волнового; вычислять потенциал Ньютона; находить производные, свертки и преобразования Фурье обобщенных функций;
- находить фундаментальные решения дифференциальных операторов с постоянными коэффициентами;
- решать краевые задачи методом разделения переменных и при помощи потенциалов, решать смешанные задачи, находить функцию Грина задач Дирихле и Неймана, применять метод конформных отображений для решения двумерных задач, находить собственные функции и собственные значения оператора Лапласа;
- применять технику псевдодифференциальных операторов к исследованию уравнений математической физики.

владеть:

- аппаратом уравнений в частных производных первого порядка для его применения в физике и геометрии;
- техникой решения основных уравнений математической физики во всем пространстве и ее приложениями к физическим задачам;
- аппаратом теории обобщенных функций и фундаментальных решений дифференциальных операторов;

- аппаратом теории потенциалов для его применения в физике;
- техникой решения краевых и смешанных задач для основных уравнений математической физики и ее приложениями;
- аппаратом теории псевдодифференциальных операторов.

Темы и разделы курса:

1. Краевые задачи.

Постановка краевых задач для уравнений Лапласа и Пуассона.

Потенциалы двойного слоя и их свойства.

Потенциалы простого слоя и их свойства.

Теоремы единственности решения задач Дирихле и Неймана для уравнения Лапласа. Существование решений задач Дирихле и Неймана. Потенциал Робена.

Функция Грина задачи Дирихле для оператора Лапласа в трехмерной области и ее свойства.

Функция Грина задачи Неймана.

Функция Грина задачи Дирихле в двумерном случае. Связь с конформными отображениями. Формула для решения задачи Дирихле.

2. Обобщенные решения уравнений математической физики. Фундаментальные решения.

Обобщенные функции. Производные обобщенных функций. Обобщенные функции умеренного роста и обобщенные функции с компактным носителем. Преобразование Фурье обобщенных функций. Тензорное произведение и свертка обобщенных функций. Обобщенные решения линейных уравнений в частных производных. Фундаментальные решения дифференциальных операторов с постоянными коэффициентами. Теорема существования фундаментального решения. Лестница Хермандера. Метод спуска для обобщенных решений. Фундаментальное решение линейного обыкновенного дифференциального уравнения. Фундаментальное решение оператора теплопроводности. Фундаментальное решение оператора Лапласа.

Фундаментальное решение волнового оператора. Постановка и решение обобщенной задачи Коши для волнового уравнения. Постановка и решение обобщенной задачи Коши для уравнения теплопроводности.

3. Основные уравнения математической физики.

Уравнение теплопроводности. Формула Пуассона. Теорема существования решения задачи Коши. Принцип максимума для уравнения теплопроводности. Теорема единственности решения задачи Коши. Уравнение Пуассона в трехмерном пространстве. Ньютонов потенциал.

Формулы Грина. Теорема существования решения уравнения Пуассона. Принцип максимума для уравнения Лапласа. Единственность решения уравнения Пуассона. Одномерное волновое уравнение. Формула д'Аламбера. Трехмерное волновое уравнение. Уравнение Дарбу. Формула Кирхгофа. Запаздывающий потенциал. Двумерное волновое

уравнение. Метод спуска. Формула Пуассона. Закон сохранения энергии для волнового уравнения. Единственность решения задачи Коши.

4. Свойства псевдодифференциальных операторов.

Пространства Соболева. Теорема вложения.

Псевдодифференциальные операторы и их символы. Ограниченность п.д.о. в пространствах Соболева.

Теорема о композиции п.д.о. и следствия из нее.

Лемма Хермандера. Эллиптические п.д.о.

Параметрикс эллиптического п.д.о. Существование и свойства решений эллиптических псевдодифференциальных уравнений.

Особенности решения задачи Коши для волнового уравнения с переменными коэффициентами. Интегральные операторы Фурье.

Параметрикс задачи Коши для волнового уравнения. Характеристики.

Носитель сингулярности решения задачи Коши для волнового уравнения в случае, когда начальное условие – дельта-функция.

Особенности решения задачи Коши для волнового уравнения с постоянными коэффициентами в случае, когда начальное условие – дельта-функция на параболе.

5. Спектральные и смешанные задачи.

Собственные значения и собственные функции задачи Дирихле для оператора Лапласа.

Уравнение Гельмгольца. Условия Зоммерфельда. Принципы предельного поглощения и предельной амплитуды.

Смешанные задачи. Общая схема разделения переменных.

6. Уравнения первого порядка.

Нейные уравнения первого порядка. Характеристики. Решение задачи Коши.

Инвариантные поверхности векторного поля. Задача Коши построения инвариантной поверхности.

Квазилинейные уравнения первого порядка. Характеристики. Построение инвариантной поверхности. Решение задачи Коши.

Уравнение Гамильтона – Якоби. Лагранжевы поверхности в симплектическом пространстве.

Линейное симплектическое пространство. Косоортгональные дополнения. Симплектический базис. Изотропные, коизотропные и лагранжевы подпространства.

Характеристики на гиперповерхности в симплектическом пространстве. Гамильтоновы системы. Инвариантные лагранжевы многообразия. Лагранжева задача Коши.

Решение задачи Коши для уравнения Гамильтона – Якоби.

Общее уравнение первого порядка. Лежандровы поверхности, соответствующие решениям.

Контактная структура. Характеристики на гиперповерхности в пространстве с контактной структурой. Инвариантные лежандровы поверхности.

Решение задачи Коши для общего уравнения первого порядка.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Физика конденсированного состояния

Цель дисциплины:

- освоение студентами фундаментальных знаний в области физики конденсированного состояния, изучение орбиталей, их гибридизации, кристаллических решеток, фононов и электронов, их законов дисперсии, плотности состояний, квантовых эффектов, практического применения кристаллов.

Задачи дисциплины:

- обучение студентов основным понятиям в физике конденсированного состояния, понятию элементарных возбуждений и концепции квазичастиц;

- формирование подходов к выполнению самостоятельных исследований студентами в области физики конденсированного состояния в рамках выпускных работ на степень магистра.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

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

уметь:

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;

- работать на современном экспериментальном оборудовании;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
- планировать оптимальное проведение эксперимента.

владеть:

- планированием, постановкой и обработкой результатов физического эксперимента;
- научной картиной мира;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории на современном экспериментальном оборудовании;
- математическим моделированием физических задач.

Темы и разделы курса:

1. Квазичастицы и их характеристики.

Квазичастицы, Основные характеристики квазичастиц. Основное состояние кристалла. Нулевые колебания. Методы описания тепловых колебаний кристаллической решеток. Фононы. Стоячие волны. Бегущие волны. Закон дисперсии акустических фононов в одномерной цепочке атомов при учете взаимодействия атома с двумя ближайшими соседями.

2. Кристаллические решетки.

Кристаллическая структура и ее описание. Двумерные и трехмерные кристаллические решетки Браве. Элементы симметрии кристаллических решеток Браве. Энергия связи решетки, константа Маделунга и ее расчет. Ячейка Вигнера-Зейтца, ее построение. Обратная решетка. Построение обратных решеток для трехмерных решеток Браве.

3. Силы взаимодействия.

Взаимодействия ван дер Ваальса. Молекулярные кристаллы. Ионные связи, ионные кристаллы. Ковалентные связи. Металлическая связь. Водородная связь.

4. Структурные единицы вещества, орбитали.

Понятие частиц в квантовой механике. Структурные единицы вещества. Роль ядер, электронных оболочек, сил взаимодействия, статистики структурных единиц в формировании свойств конденсированных сред.

Электрон в поле сферически симметричного потенциала, его энергия, волновая функция. Атом водорода. Геометрия волновых функций s , p , d , f состояний. Атомные орбитали.

Схема энергетических уровней в атоме, заполнение их электронами. 1-ое и 2-ое правила Хунда.

Гибридные орбитали. Условия гибридизации. Построение гибридных орбиталей. Основные типы гибридных орбиталей, p, s и d связи. Молекулярные орбитали: связывающие, разрыхляющие и несвязывающие, многоцентровые и двухцентровые орбитали.

5. Фермиевские электроны в магнитном поле.

Квантование энергетического спектра свободных электронов в магнитном поле. Уровни Ландау. Квазиклассическое приближение. Квантование энергетического спектра электронов в магнитном поле в реальных металлах. Спиновое расщепление уровней Ландау. Траектория движения электрона в кристалле в магнитном поле в пространстве импульсов и в реальном пространстве. Распределение квантованных магнитным полем электронов в пространстве импульсов. Спектральная плотность состояний электронов в магнитном поле.

Квантовые осцилляционные эффекты. Эффект Шубникова-де Гааза, эффект де Гааза-ван Альфена. Связь частоты осцилляций Шубникова-де Гааза с энергией Ферми, концентрацией электронов и экстремальным сечением поверхности Ферми. Размерное квантование движения электронов.

6. Фермиевские электроны.

Невзаимодействующие электроны в потенциальном ящике. Энергия и импульс Ферми. Основное состояние электронной ферми-жидкости. Модель ферми-жидкости. Элементарные возбуждения и их закон дисперсии. Электрон в поле периодического потенциала кристаллической решетки. Эффективный потенциал. Волновая функция электрона. Одноэлектронное приближение, адиабатическое приближение. Теорема Блоха. Квазиимпульс электрона. Закон дисперсии электрона в решетке. Энергетические зоны. Зоны Бриллюэна. Построение зон Бриллюэна для двумерной квадратной решетки. Зоны Бриллюэна для различных трехмерных кристаллических решеток.

Заполнение зон Бриллюэна электронами. Метод Гаррисона построения поверхностей Ферми. Поверхности Ферми металла с плоской квадратной решеткой при различной валентности.

Поверхности Ферми щелочных металлов. Поверхности Ферми благородных металлов. Поверхности Ферми металлов с простой гексагональной решеткой. Поверхности Ферми металлов с гексагональной плотноупакованной решеткой. Классификация поверхностей Ферми.

Плотность электронных состояний в трехмерном случае. Электронные системы с квадратичным законом дисперсии. Системы с произвольным законом дисперсии. Плотность электронных состояний в двумерном и одномерном случае. Особенности Ван Хофа в плотности состояний. Эффективная масса электрона. Эффективная масса плотности состояний. Циклотронная масса электрона. Ферми-жидкостная и электрон-фононная перенормировка эффективной массы электронов в металлах.

Электронная теплоемкость. Электропроводность металлов. Феноменологическое описание электропроводности. Электропроводность в модели фермиевских электронов. Формула Лифшица. Температурная зависимость электропроводности металлов. Теплопроводность диэлектриков, металлов и сплавов.

7. Фононы.

Закон дисперсии акустических фононов в одномерной цепочке атомов при учете взаимодействия атома с четырьмя ближайшими соседями. Энергетический спектр акустических фононов. Статистика акустических фононов, средняя энергия фононов. Среднее число фононов.

Температура Дебая. Теплоемкость решетки. Модель Дебая. Спектральная плотность фононов в трехмерном, двумерном и одномерном случаях. Особенности распространения звуковых волн в трехмерных кристаллах. Зоны Бриллюэна. Поверхности постоянной частоты фононов.

Оптические фононы. Закон дисперсии оптических фононов для линейной цепочки двух чередующихся сортов атомов с одной степенью свободы. Закон дисперсии оптических фононов для линейной цепочки двух чередующихся сортов атомов с тремя степенями свободы. Оптические фононы в трехмерных кристаллах. Спектральная плотность оптических фононов. Общая картина спектра колебаний кристаллической решетки. Взаимодействие фононов. Тепловое расширение.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Физика полупроводников

Цель дисциплины:

- получение фундаментальных знаний в области физики полупроводников и приобретение необходимых навыков для их использования в научно-исследовательской деятельности.

Задачи дисциплины:

- овладение фундаментальными понятиями, законами и теориями физики полупроводников;
- овладение основными методами исследования физических свойств полупроводников;
- формирование приемов и методов решения конкретных задач из различных областей физики полупроводников.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные понятия и законы физики полупроводников, а также используемые в физике полупроводников основополагающие модели и теории.

уметь:

- решать задачи по основным разделам физики полупроводников;
- использовать полученные знания для определения параметров и интерпретации физических свойств полупроводников.

владеть:

- методами построения математических и физических моделей типовых задач физики полупроводников;
- иметь опыт деятельности в применении теоретических моделей для интерпретации экспериментальных данных по физическим свойствам полупроводников.

Темы и разделы курса:

1. Кристаллы во внешних полях. Неидеальные кристаллы.

Средняя скорость движения электрона в кристалле. Уравнение движения электрона в кристалле во внешних полях. Заполнение зон и введение дырочного описания. Метод эффективной массы. Картина плавного искривления энергетических зон. Мелкие уровни в гомеоплярных кристаллах (водородоподобные примесные центры). Условия применимости водородоподобной модели. Применение метода эффективной массы для нахождения энергетического спектра полупроводниковых систем пониженной размерности. Энергетический спектр сверхрешеток. Классификация полупроводниковых сверхрешеток. Энергетический спектр мелких примесных состояний в полупроводниковых квантовых ямах.

2. Неравновесные электроны и дырки. Статистика рекомбинации электронов и дырок.

Возникновение неравновесных носителей заряда в полупроводниках. Оптическая генерация. Темпы генерации и рекомбинации; время жизни. Соотношения между временами релаксации энергии и импульса и временем жизни. Квазиравновесие и квазиуровни Ферми. Уравнение кинетики рекомбинации в пространственно однородных и неоднородных системах. Механизмы рекомбинации. Время жизни при межзонной рекомбинации. Рекомбинация через примеси и дефекты. Коэффициент захвата на локальные уровни. Центры прилипания и центры рекомбинации. Демаркационные уровни. Времена жизни в случае рекомбинации через один глубокий примесный уровень. Статистика Шокли-Рида.

3. Основные представления физики неупорядоченных полупроводников.

Определение неупорядоченной системы. Примеры неупорядоченных полупроводников. Общие особенности неупорядоченных систем. Случайный потенциал. Плотность состояний. Хвосты плотности состояний и локализация. Проводимость по локализованным состояниям, закон Мотта для прыжковой проводимости. Оптические переходы в неупорядоченных полупроводниках. Хвосты оптического поглощения (правило Урбаха).

4. Основные свойства полупроводников.

Отличительные черты полупроводников. Примеры полупроводников. Строение некоторых полупроводниковых кристаллов. Представление о запрещенной зоне в полупроводниках. Примесные центры в полупроводниках. Представление о дырках. Электронная и дырочная проводимость. Электропроводность. Эффект Холла. Изменение сопротивления в магнитном поле. Термоэдс. Фотопроводимость.

5. Основы зонной теории кристаллических твердых тел.

Основные приближения зонной теории. Уравнение Шредингера для электронов в кристалле в одноэлектронном приближении. Теорема Блоха. Квазиимпульс и зона Бриллюэна. Понятие об энергетических зонах. Основные различия между металлами, полупроводниками и диэлектриками с точки зрения зонной теории. Метод сильно связанных электронов. Обсуждение особенностей электронного энергетического спектра на основе метода сильно связанных электронов. Метод слабо связанных (почти свободных) электронов. Обсуждение особенностей электронного энергетического спектра на основе метода слабо связанных электронов. Понятие об эффективной массе. Тензор обратных эффективных масс. Изоэнергетические поверхности. Многодолинные полупроводники.

Примеры зонных структур полупроводников: зоны проводимости полупроводников AIII BV, Si, Ge. Вырождение зон и гофрировка изоэнергетических поверхностей вблизи потолка валентной зоны. Прямозонные и непрямозонные полупроводники.

6. Равновесная статистика электронов и дырок в полупроводниках.

Плотность состояний и функция распределения электронов по квантовым состояниям. Концентрации электронов и дырок в зонах. Эффективные плотности состояний электронов и дырок в зонах. Невырожденный электронный (дырочный) газ. Вычисление положения уровня Ферми в собственном полупроводнике. Статистика заполнения примесных уровней. Уровень Ферми в полупроводнике с примесями одного типа. Статистика электронов и дырок в компенсированных полупроводниках. Многозарядные примесные центры. Плотность состояний в системах пониженной размерности. Вычисление положения уровня Ферми в 2 D-системах.

7. Явления в контактах. p-n переход.

Потенциальные барьеры. Плотность тока. Соотношение Эйнштейна. Условия равновесия контактирующих тел. Контактная разность потенциалов. Длина экранирования. Истощенный контактный слой. Обогащенный контактный слой. Экранирование электрического поля в 2 D-системах. Выпрямление в контакте металл-полупроводник. p-n переход. Статическая вольтамперная характеристика p-n перехода. Туннельный эффект в p-n переходах. Туннельный диод. Биполярный транзистор.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Физическая культура

Цель дисциплины:

Сформировать мировоззренческую систему научно-практических знаний и отношение к физической культуре.

Задачи дисциплины:

Для достижения поставленной цели предусматривается решение следующих воспитательных, образовательных, развивающих и оздоровительных задач:

- понимание социальной роли физической культуры в развитии личности и подготовке ее к профессиональной деятельности;
- знание научно- биологических и практических основ физической культуры и здорового образа жизни;
- формирование мотивационно-ценностного отношения к физической культуре, установки на здоровый стиль жизни, физическое самосовершенствование и самовоспитание, потребности в регулярных занятиях физическими упражнениями и спортом.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

Материал раздела предусматривает овладение студентами системой научно-практических и специальных знаний, необходимых для понимания природных и социальных процессов функционирования физической культуры общества и личности, умения их адаптивного, творческого использования для личностного и профессионального развития, самосовершенствования, организации здорового стиля жизни при выполнении учебной, профессиональной и социокультурной деятельности. Понимать роль физической культуры в развитии человека и подготовке специалиста.

уметь:

Использовать физкультурно-спортивную деятельность для повышения своих функциональных и двигательных возможностей, для достижения личных жизненных и профессиональных целей.

владеть:

Системой практических умений и навыков, обеспечивающих сохранение и укрепление здоровья, развитие и совершенствование психофизических способностей и качеств (с выполнением установленных нормативов по общей физической и спортивно-технической подготовке).

Темы и разделы курса:

1. ОФП (общая физическая подготовка)

Физическая подготовленность человека характеризуется степенью развития основных физических качеств – силы, выносливости, гибкости, быстроты, ловкости и координации.

Идея комплексной подготовки физических способностей людей идет с глубокой древности. Так лучше развиваются основные физические качества человека, не нарушается гармония в деятельности всех систем и органов человека. Так, к примеру, развитие скорости должно происходить в единстве с развитием силы, выносливости, ловкости. Именно такая слаженность и приводит к овладению жизненно необходимыми навыками.

Физические качества и двигательные навыки, полученные в результате физических занятий, могут быть легко перенесены человеком в другие области его деятельности, и способствовать быстрому приспособлению человека к изменяющимся условиям труда быта, что очень важно в современных жизненных условиях.

Между развитием физических качеств и формированием двигательных навыков существует тесная взаимосвязь.

Двигательные качества формируются неравномерно и неодновременно. Наивысшие достижения в силе, скорости, выносливости достигаются в разном возрасте.

Понятие о силе и силовых качествах.

Люди всегда стремились быть сильными и всегда уважали силу.

Различают максимальную (абсолютную) силу, скоростную силу и силовую выносливость. Максимальная сила зависит от величины поперечного сечения мышцы. Скоростная сила определяется скоростью, с которой может быть выполнено силовое упражнение или силовой прием. А силовая выносливость определяется по числу повторений силового упражнения до крайней усталости.

Для развития максимальной силы выработан метод максимальных усилий, рассчитанный на развитие мышечной силы за счет повторения с максимальным усилием необходимого упражнения. Для развития скоростной силы необходимо стремиться наращивать скорость выполнения упражнений или при той же скорости прибавлять нагрузку. Одновременно растет и максимальная сила, а на ней, как на платформе, формируется скоростная. Для развития силовой выносливости применяется метод «до отказа», заключающийся в непрерывном упражнении со средним усилием до полной усталости мышц.

Чтобы развить силу, нужно:

1. Укрепить мышечные группы всего двигательного аппарата.
2. Развить способности выдерживать различные усилия (динамические, статические и др.)
3. Приобрести умение рационально использовать свою силу.

Для быстрого роста силы необходимо постепенно, но неуклонно увеличивать вес отягощений и быстроту движений с этим весом. Сила особенно эффективно растет не от работы большой суммарной величины, а от кратковременных, но многократно интенсивно выполняемых упражнений. Решающее значение для формирования силы имеют последние попытки, выполняемые на фоне утомления. Для повышения эффективности занятий рекомендуется включать в них вслед за силовыми упражнениями упражнения динамические, способствующие расслаблению мышц и пробуждающие положительные эмоции – игры, плавание и т.п.

Уровень силы характеризует определенное морфофункциональное состояние мышечной системы, обеспечивающей двигательную, корсетную, насосную и обменную функции.

Корсетная функция обеспечивает при определенном мышечном тоне нормальную осанку, а также функции позвоночника и спинного мозга, предупреждая такие распространенные нарушения и заболевания как дефекты осанки, сколиозы, остеохондрозы. Корсетная функция живота играет важную роль в функционировании печени, желудка, кишечника, почек, предупреждая такие заболевания как гастрит, колит, холецистит и др. недостаточный тонус мышц ног ведет к развитию плоскостопия, расширению вен и тромбозу.

Недостаточное количество мышечных волокон, а значит, снижение обменных процессов в мышцах ведет к ожирению, атеросклерозу и другим неинфекционным заболеваниям.

Насосная функция мышц («мышечный насос») состоит в том, что сокращение либо статическое напряжение мышц способствует передвижению венозной крови по направлению к сердцу, что имеет большое значение при обеспечении общего кровотока и лимфотока. «Мышечный насос» развивает силу, превышающую работу сердечной мышцы и обеспечивает наполнение правого желудочка необходимым количеством крови. Кроме того, он играет большую роль в передвижении лимфы и тканевой жидкости, влияя тем самым на процессы восстановления и удаления продуктов обмена. Недостаточная работа «мышечного насоса» способствует развитию воспалительных процессов и образованию тромбов.

Таким образом нормальное состояние мышечной системы является важным и жизненно необходимым условием .

Уровень состояния мышечной системы отражается показателем мышечной силы.

Из этого следует, что для здоровья необходим определенный уровень развития мышц в целом и в каждой основной мышечной группе – мышцах спины, груди, брюшного пресса, ног, рук.

Развитие мышц происходит неравномерно как по возрастным показателям , так и индивидуально. Поэтому не следует форсировать выход на должный уровень у детей 7-11 лет. В возрасте 12-15 лет наблюдается значительное увеличение силы и нормативы силы на порядок возрастают. В возрасте 19-29 лет происходит относительная стабилизация, а в 30-

39 лет – тенденция к снижению. При управляемом воспитании силы целесообразно в 16-18 лет выйти на нормативный уровень силы и поддерживать его до 40 лет.

Необходимо помнить, что между уровнем отдельных мышечных групп связь относительно слабая и поэтому нормативы силы должны быть комплексными и относительно простыми при выполнении. Лучшие тесты – это упражнения с преодолением массы собственного тела, когда учитывается не абсолютная сила, а относительная, что позволяет сгладить разницу в абсолютной силе, обусловленную возрастно-половыми и функциональными факторами.

Нормальный уровень силы – необходимый фактор для хорошего здоровья, бытовой, профессиональной трудоспособности.

Дальнейшее повышение уровня силы выше нормативного не влияет на устойчивость к заболеваниям и рост профессиональной трудоспособности, где требуется значительная физическая сила.

Гибкость и методика ее развития.

Под гибкостью понимают способность к тах по амплитуде движениям в суставах. Гибкость - морфофункциональное двигательное качество. Она зависит:

- от строения суставов;
- от эластичности мышц и связочного аппарата;
- от механизмов нервной регуляции тонуса мышц.

Различают активную и пассивную гибкость.

Активная гибкость - способность выполнять движения с большой амплитудой за счет собственных мышечных усилий.

Пассивная гибкость - способность выполнять движения с большой амплитудой за счет действия внешних сил (партнера, тяжести). Величина пассивной гибкости выше показателей активной гибкости.

В последнее время получает распространение в спортивной литературе термин “специальная гибкость” - способность выполнять движения с большой амплитудой в суставах и направлениях, характерных для избранной спортивной специализации. Под “общей гибкостью”, в таком случае, понимается гибкость в наиболее крупных суставах и в различных направлениях.

Кроме перечисленных внутренних факторов на гибкость влияют и внешние факторы: возраст, пол, телосложение, время суток, утомление, разминка. Показатели гибкости в младших и средних классах (в среднем) выше показателей старшеклассников; наибольший прирост активной гибкости отмечается в средних классах.

Половые различия определяют биологическую гибкость у девочек на 20-30% выше по сравнению с мальчиками. Лучше она сохраняется у женщин и в последующей возрастной периодике.

Время суток также влияет на гибкость, с возрастом это влияние уменьшается. В утренние часы гибкость значительно снижена, лучшие показатели гибкости отмечаются с 12 до 17 часов.

Утомление оказывает существенное и двойственное влияние на гибкость. С одной стороны, к концу работы снижаются показатели силы мышц, в результате чего активная гибкость уменьшается до 11%. С другой стороны, снижение возбуждения силы способствует восстановлению эластичности мышц, ограничивающих амплитуду движения. Тем самым повышается пассивная гибкость, подвижность увеличивается до 14%.

Неблагоприятные температурные условия (низкая температура) отрицательно влияют на все разновидности гибкости. Разогревание мышц в подготовительной части учебно-тренировочного занятия перед выполнением основных упражнений повышает подвижность в суставах.

Мерилом гибкости является амплитуда движений. Для получения точных данных об амплитуде движений используют методы световой регистрации: кино съемку, циклографию, рентгено-телевизионную съемку и др. Амплитуда движений измеряется в угловых градусах или в сантиметрах.

Средства и методы:

Средством развития гибкости являются упражнения на растягивания. Их делят на 2 группы: активные и пассивные. Активные упражнения:

- однофазные и пружинистые (сдвоенные, строенные) наклоны;
- маховые и фиксированные;
- статические упражнения (сохранение неподвижного положения с максимальной амплитудой).

Пассивные упражнения: поза сохраняется за счет внешних сил. Применяя их, достигают наибольших показателей гибкости. Для развития активной гибкости эффективны упражнения на растягивание в динамическом режиме.

Общее методическое требование для развития гибкости - обязательный разогрев (до потоотделения) перед выполнением упражнений на растягивание.

Взаимное сопротивление мышц, окружающих суставы, имеет охранительный эффект. Именно поэтому воспитание гибкости должно с запасом обеспечивать требуемую амплитуду движений и не стремиться к предельно возможной степени. В последнем случае это ведет к травмированию (растяжению суставных связок, привычным вывихам суставов), нарушению правильной осанки.

Мышцы малорастяжимы, поэтому основной метод выполнения упражнений на растягивание - повторный. Разовое выполнение упражнений не эффективно. Многократные выполнения ведут к суммированию следов упражнения и увеличение амплитуды становится заметным. Рекомендуется выполнять упражнения на растягивание сериями по 6-12 раз, увеличивая амплитуду движений от серии к серии. Между сериями целесообразно выполнять упражнения на расслабление.

Серии упражнений выполняются в определенной последовательности:

- для рук;
- для туловища;
- для ног.

Более успешно происходит воспитание гибкости при ежедневных занятиях или 2 раза в день (в виде заданий на дом). Наиболее эффективно комплексное применение упражнений на растягивание в следующем сочетании: 40% упражнений активного характера, 40% упражнений пассивного характера и 20% - статического. Упражнения на растягивание можно включать в любую часть занятий, особенно в интервалах между силовыми и скоростными упражнениями.

В младшем школьном возрасте преимущественно используются упражнения в активном динамическом режиме, в среднем и старшем возрасте - все варианты. Причем, если в младших и средних классах развивается гибкость (развивающий режим), то в старших классах стараются сохранить достигнутый уровень ее развития (поддерживающий режим). Наилучшие показатели гибкости в крупных звеньях тела наблюдаются в возрасте до 13-14 лет.

Заканчивая рассмотрение развития физических качеств в процессе физического воспитания, следует акцентировать внимание на взаимосвязи их развития в школьном возрасте. Так, развитие одного качества способствует росту показателей других физических качеств. Именно эта взаимосвязь обуславливает необходимость комплексного подхода к воспитанию физических качеств у школьников.

Значительные инволюционные изменения наступают в пожилом и старческом возрасте (в связи с изменением состава мышц и ухудшением упруго-эластических свойств мышц и связок). Нужно противодействовать регрессивным изменениям путем использования специальных упражнений с тем, чтобы поддерживать гибкость на уровне, близком к ранее достигнутому.

Выносливость.

Выносливость определяет возможность выполнения длительной работы, противостояния утомлению. Выносливость решающим образом определяет успех в таких видах спорта, как лыжи, коньки, плавание, бег, велоспорт, гребля.

В спорте под словом «выносливость» подразумевается способность выполнять интенсивную мышечную работу в условиях недостатка кислорода. Разные люди по-разному справляются со спортивными нагрузками. Кому-то они достаются легко, кому-то с напряжением, так как все зависит от индивидуальной устойчивости человека к кислородной недостаточности.

Кислородная недостаточность возникает при значительной физической нагрузке. Не успевая получить из атмосферного воздуха необходимый кислород, организм спортсмена вырабатывает энергию за счет анаэробных реакций, при этом образуется молочная кислота. Для восстановления нарушенного равновесия и используется получаемый после финиша «кислородный долг». Ученые установили, что, чем выше кислородный долг после предельной работы, тем он обладает большими возможностями работать в бескислородных условиях.

Секрет выносливости – в направленной подготовке организма. Для развития общей выносливости необходимы упражнения средней интенсивности, длительные по времени, выполняемые в равномерном темпе. С прогрессивным возрастанием нагрузки по мере усиления подготовки.

В значительной мере выносливость зависит от деятельности сердечно-сосудистой, дыхательных систем, экономным расходом энергии. Она зависит от запаса энергетического субстрата (мышечного гликогена). Запасы гликогена в скелетных мышцах у нетренированных людей составляет около 1,4%, а у спортсменов – 2,2%. В процессе тренировки на выносливость запасы гликогена значительно увеличиваются. С возрастом выносливость заметно повышается на при этом следует учитывать не только календарный, но и биологический возраст.

Чем выше уровень аэробных возможностей, то есть выносливость, тем лучше показатели артериального давления, холестерина обмена, чувствительности к стрессам. При понижении выносливости повышается риск ишемических болезней сердца, появления злокачественных новообразований.

Ловкость и методы ее воспитания.

Под ловкостью подразумевается способность человека к быстрому овладению новыми движениями или к быстрой перестройке двигательной деятельности в соответствии с требованиями внезапно изменившейся ситуации.

Воспитание ловкости связано с повышением способности к выполнению сложных по координации движений, быстрому переключению от одних двигательных актов к другим и с выработкой умения действовать наиболее целесообразно в соответствии с внезапно изменившимися условиями или задачами (т.е. способность быстро, точно и экономно решать сложную двигательную задачу).

Координирующие способности:

- 1) способность координировать движения при построении действия;
- 2) способность перестроить их для изменения параметров действия или переключение на другое действие при изменении условий.

Ловкость характеризуется координацией и точностью движений. Координация движений - основной компонент ловкости: способность к одновременному и последовательному согласованному сочетанию движений. Она зависит от четкой и соразмерной работой мышц, в которой строго согласованы различные по силе и времени мышечные напряжения.

Некоторые авторы определяют координацию движений по-разному, акцентируя внимание на одной из ее сторон. Н.А. Бернштейн, принимая во внимание внешнюю сторону координации движений, определяет ее как преодоление избыточных ступеней свободы движущегося органа, т.е. превращение его в управляемую систему. Звено тела движется по равнодействующей внутренних, внешних и реактивных сил. Центральная нервная система получает от проприорецепторов движущегося органа информацию об отклонении его траектории от “надлежащей” и вносит соответствующие поправки в эффекторный процесс. Данный принцип координирования он назвал принципом сенсорной коррекции.

Ведущее место принадлежит ЦНС. Создание сложнейших координаций, необходимых для осуществления трудных задач, происходит за счет высокой пластичности нервных процессов, обуславливающих быстрое переключение с одних реакций на другие и создание новых временных связей (Н.В. Зимкин, 1970).

Ловкость в значительной степени зависит от имеющегося двигательного опыта. Владение разнообразными двигательными умениями и навыками положительно сказывается на функциональных возможностях двигательного анализатора. Следовательно, ловкость можно считать проявлением дееспособности функциональных систем управления движением и распределения энергозатрат.

К основным факторам, определяющим ловкость, относятся: деятельность ЦНС, богатство динамических стереотипов, степень развития систем, умение управлять мышечным тонусом, полноценность восприятия собственных движений и окружающей обстановки. Все эти факторы тесно взаимосвязаны.

Ловкость может измеряться временем овладения или выполнения двигательного действия (мин, с), координационной сложностью выполняемого действия (оценка элементов в гимнастике из 8,9 и 10 баллов), точностью выполняемого действия (слалом - количество сбитых флажков, акробатика - высота, группировка, градусы в поворотах, устойчивость в приземлении), результатом (прыжки в высоту с шестом-м, см).

Средства развития ловкости.

Наиболее эффективным средством считают следующие упражнения: гимнастические, акробатические, легкоатлетические, спортивно-игровые, единоборства, горнолыжные. У акробатов и гимнастов высока точность движений, и зависит она от уровня спортивной подготовленности. Эта зависимость проявляется в точности оценки пространственно-временных интервалов и дозирования мышечных усилий. Гимнастические и акробатические упражнения развивают анализаторные системы, повышают вестибулярную устойчивость (особенно ТСО: лопинг, качели, батут, гимнастическое колесо), улучшают координационные возможности занимающихся. Специально подобранные ОРУ на согласование и точность движений особенно эффективны для воспитания координации движений рук.

Тройной прыжок, прыжки с шестом, в длину и высоту способствуют развитию прежде всего координации движений занимающихся. Наиболее эффективным и доступным средством воспитания ловкости у занимающихся являются подвижные и спортивные игры. Они развивают координацию, точность и соразмерность движений, анализаторные системы. В спортивно-игровых упражнениях приобретаются навыки быстрых и эффективных движений в неожиданно сложившейся ситуации.

Упражнения в единоборствах развивают ловкость. Бокс, борьба, фехтование развивают точность и быстроту реакции. Они формируют такие тонкие ощущения, как “чувство дистанции”, “чувство времени”, расширяя тем самым двигательные возможности человека. Варьирование тактических условий в спортивных играх и единоборствах способствует своевременной перестройке двигательной деятельности.

Скоростные спуски, слалом выполняются в непрерывно меняющихся условиях и также способствуют развитию ловкости.

Методика воспитания ловкости.

Общими методическими требованиями в процессе обучения является “новизна” упражнений и постепенное повышение их координационной сложности. Для развития ловкости можно использовать любые новые упражнения или изученные упражнения с элементами новизны. Это обучение новому должно осуществляться постоянно. Простое повторение изученных упражнений не ведет к развитию ловкости, а длительные перерывы приводят к потере способности обучаться (при длительных перерывах мастера спорта проигрывают I-разрядникам по времени освоения нового элемента). Автоматизация динамического стереотипа аналогична, в известной степени, скоростному барьеру и не способствует развитию ловкости.

Постепенное повышение координационной трудности упражнения может заключаться в повышении требований:

- 1) к точности движений;
- 2) к их взаимной согласованности;
- 3) к внезапности изменения обстановки.

Методические приемы, с помощью которых реализуются общие методические положения:

- выполнение I раз показанных комплексов ОРУ или несложных гимнастических и акробатических элементов;
- выполнение упражнений оригинальным (необычным) способом (выполнение подъема не силой, а махом; преодоление препятствий нетрадиционным способом);
- зеркальное выполнение упражнения (соскок в “чужую” сторону, метание или прыжок “чужой” ногой или толчок “чужой” рукой);
- применение необычных исходных положений (прыжки или бег спиной вперед). Приемы необычных двигательных заданий развивают способность быстро обучаться новым движениям, т.е. “тренируют тренированность ЦНС”;
- изменение скорости или темпа движений;
- изменение пространственных границ (увеличение размеров препятствий или высоты снаряда, уменьшение площадок для игры);
- введение дополнительных движений (опорный прыжок с последующим кувырком или поворотом в воздухе);
- изменение последовательности выполняемых движений (элементов в комбинации);
- комплексирование видов деятельности (ходьба и прыжки, бег и ловля);
- выполнение движений без зрительного анализатора.

Данные методические приемы повышают координационную сложность упражнений. Координация движений зависит от точности движений, устойчивости вестибулярного аппарата, умения расслаблять мышцы.

Точность и соразмерность движений - это способность выполнять их в максимальном соответствии с требуемой формой и содержанием. Они предполагают наличие не только точно согласованной мышечной деятельности, но и тонких кинестезических, зрительных

ощущений и хорошей двигательной памяти. Соответствие пространственных параметров действия заданному эталону достигается взаимосвязью пространственной, временной и динамической точности движений в различных двигательных действиях.

Воспитание точности обеспечивается систематическим развивающим воздействием на восприятие и анализ пространственных условий, а одновременно и на управление пространственными параметрами движений.

Рекомендуемые методические приемы и подходы:

- ОРУ на точность движений по командам;
- разметка дистанции, постановка дополнительных ориентиров в прыжках или соскоках;
- метание по цели (на указанное расстояние, в корзину, по мишени);
- прыжки и соскоки на точность приземления (0,5 x 0,5 м);
- бег с различной величиной и частотой шага;
- сочетание контрастных заданий (метание на разные расстояния или предметов разного веса на одно расстояние, удары по воротам с 10 и 20 м);
- улучшение пространственн

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Философия

Цель дисциплины:

- развитие у студентов интереса к фундаментальным знаниям, понимания содержания основных мировоззренческих и методологических проблем современной науки. Курс призван стимулировать потребности студентов к философским оценкам фактов действительности, к выработке навыков непредвзятой, многомерной оценки философских и научных течений, направлений и школ.

Задачи дисциплины:

- понимать роль науки в развитии цивилизации, соотношение науки и техники и связанные с ними современные социальные и этические проблемы, различие исторических типов научной рациональности, знать структуру, формы и методы научного познания, их эволюцию;
- выявить мировоззренческое и методологическое содержание основных философских категорий и принципов;
- знать возможности и границы применения философского знания для осмысления своей специализации;
- владеть приемами ведения дискуссии, полемики, диалога.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- место и роль своей будущей профессии в системе общественной жизни;
- анализировать политические, социальные, культурные процессы, происходящие в государстве;
- самостоятельно определять задачи связанные с личностным развитием, повышением собственной образованности;
- смысл отношения человека к природе, противоречий и кризисных явлений современной эпохи технического развития.

уметь:

- принимать собственные решения в рамках своей профессиональной компетенции в стандартных и нестандартных ситуациях, основанных на осознанном личном выборе;
- понимать место своей деятельности и анализировать возможные последствия тех или иных принятых решений на основе сформированных дисциплиной ценностных ориентаций;
- понимать закономерности развития общества, государства, личности, место человека в историческом процессе;
- оценивать различные философские концепции под углом зрения их связи с развитием теоретического и прикладного естествознания.

владеть:

- различными вариантами подходов к решению конкретных профессиональных задач на основе знаний, полученных в ходе изучения философских концепций разных эпох в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

Темы и разделы курса:

1. Возникновение философии и науки. Философия и наука, общее и различное. Первые философские школы.

Предмет философии. Философия и миф. Философия и наука. Философия и мировоззрение. Современная духовная ситуация и философия. Первые философские школы (Милетская школа: пифагореизм, Гераклит, элеаты, атомисты). Постановка и решение проблемы первоосновы мира.

2. Западноевропейская философия нового времени: становление методов научного познания. Проблема достоверности знаний. Эмпиризм(Ф.Бэкон) и рационализм (Р. Декарт).Кризис эмпиризма. Обоснование новой картины мира и ее динамика. (И.Ньютон, Г.Лейбниц).

Научная революция 17в. и ее влияние на особенности рассмотрения основных философских проблем. (Механицизм). Приоритет гносеологии и методологии. Проблема метода (Ф.Бэкон и Р.Декарт). Связь гносеологии и онтологии: монизм, дуализм, плюрализм. Природа восприятия и анализ причинности: субъективный идеализм Дж.Беркли и агностицизм Д.Юма. Взаимовлияние и взаимообусловленность методов науки, естествознания и философии. Социально-исторический анализ в концепциях просветителей.

3. Классический немецкий идеализм: априоризм (И.Кант) – обоснование всеобщего характера научного знания. Диалектическая логика Гегеля. Кризис традиционной формы философского знания и формирование новых типов философствования: материалистическая диалектика и материалистическое понимание истории.

Кризис идеологии Просвещения как предпосылка возникновения классического немецкого идеализма. Основные проблемы немецкого классической философии: целостность и

структурированность бытия, его познаваемость, активность сознания, связь сознания и познания, принципы развития, сущность человека, универсальность и всеобщность форм нравственности. И.Кант: докритический период – проблемы границ и возможности естественнонаучного познания. «Критика чистого разума» - пространство и время как априорные формы чувственности. Анализ категорий и антиномии чистого разума. «Критика практического разума» автономия нравственной области человеческой деятельности («категорический императив»), обоснование морали, проблема свободы, долга и личности. Принцип тождества бытия и мышления, его трансформации в немецкой классической философии. Г.Гегель: «Наука логики» - учение о бытии, сущности и понятии, категории логики, проблема противоречия и диалектика; диалектика и теория познания; «Феноменология духа» - проблемы гносеологии и истории познания. Истина как процесс, объективность истины. Философия истории: историческая типология развития культуры, гражданское общество и государство, мораль и нравственность, проблема личности. Кризис немецкого классического идеализма. Материалистическое понимание истории, природа общественной закономерности, формационный подход, материалистическая диалектика, отчуждение – как социально-экономический феномен. Восхождение от абстрактного к конкретному – закон развития научного познания. Противоречие общественного прогресса и их отражение в общественном сознании 19в. Современное науковедение – дискуссии о сущности техники. Научные революции и смена типов рациональности.

4. Проблемы бытия. Открытие человека – софисты и Сократ. Античная диалектика как форма мысли. Вопросы общества и государства.

Изменение представлений о сути философии (софисты). Сущность человека и Блага – Сократ. Диалектика Сократа, философия морали. Классический период философии античности. Открытие идеальной реальности, соотнесение ее с познавательными возможностями человека и идеальным социумом (Платон). Энциклопедическая философия Аристотеля («физика» и «метафизика»). Логика – категории и суждения. Виды причинности и анализ бытия.

5. Ранехристианская философия патристика и схоластика. Номинализм и реализм. Гуманизм и социальные теории Ренессанса.

Основные философские проблемы средневековой философии: божественное предопределение и свобода человека, теодицея, разум и воля, душа и тело, сущность и существование сотворенное и вечное. Проблема доказательства бытия Бога. Спор о природе общих понятий – номинализм и реализм. Переход от неоплатонических познавательных программ (Н.Кузанский) к гуманистическим (Ф.Петрарка), утверждение натурфилософской ориентации в знании (Н.Коперник, Г.Галилей). Утопии как ранние формы ненаучного прогнозирования (Т.Мор, Т.Кампанелла), «открытость» истории (Н.Маккиавелли).

6. Русская философия: формирование и основные периоды развития. Русская религиозная философия и ее основные направления (В.Соловьев, Н.Бердяев, Н.Федоров). Проблематика русской философской мысли.

Русская философия в контексте мировой философской мысли. Формирование и основные периоды развития русской философии. Просветительская мысль России и попытки философского осознания ее развития (русская идея, западники и славянофилы, почвенники и евразийцы). Русская религиозная философия и ее основные направления (В.Соловьев, Н.Бердяев, К.Леонтьев, Ф.Достоевский и другие). «Философия естествознания» в России –

основные направления (позитивистские, социологические, космистские). Проблема Запада-Востока-России в науке и философии. Приемственность и самобытность. Проблема духовности. Диалог культур. Глобальные проблемы современности и будущее человеческой цивилизации.

7. Современная западная философия. Философия позитивизма (О.Конт). Проблема источника познания в эмпириокритицизме (Э.Мах, А. Авенариус). Иррационалистическая направленность философии: Экзистенциализм. «Философия жизни».

Позитивизм О.Конта и эмпириокритицизм (Э.Мах и Р.Авенариус) – проблема метода и источника познания. Позитивистские философские направления: философия науки (К.Поппер), постпозитивизм (Т.Кун, И.Лакатос). Экзистенциализм. Проблематика «Бытия и времени» М.Хайдеггера: философия как фундаментальная онтология, бытие и сущее, экзистенциалы. Язык как дом бытия. Свобода и пограничная ситуация, трансценденция и экзистенция в философии К.Ясперса. Сущность и существование в философии Ж.-П.Сартра. Проблематика метафизического абсурда в экзистенциализме А.Камю. Философствование Ф.Ницше как конец метафизики. Размышления об античной традиции: два начала европейской культуры; проблема нигилизма: переоценка ценностей, вечное возвращение, воля к власти, сверхчеловек. Ницшеанство в России.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Функциональный анализ

Цель дисциплины:

- освоение студентами фундаментальных знаний в области функционального анализа, изучение способов решения задач методами функционального анализа.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний в области функционального анализа как дисциплины, интегрирующей общематематическую подготовку прикладных математиков и физиков и обеспечивающей технологические основы современных инновационных сфер деятельности;
- обучение студентов принципам применения основных понятий функционального анализа.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- современные проблемы физики, химии, математики и роль функционального анализа в них;
- теоретические модели функционального анализа в математике и в фундаментальных процессах и явлениях в физике и ее приложениях;
- принципы симметрии и законы сохранения;
- новейшие открытия естествознания;
- постановку проблем функционального анализа ;
- о взаимосвязях и фундаментальном единстве естественных наук.

уметь:

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;

- работать на современном экспериментальном оборудовании;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
- планировать оптимальное проведение эксперимента.

владеть:

- планированием, постановкой и обработкой результатов физического эксперимента методами функционального анализа;
- научной картиной мира;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории на современном экспериментальном оборудовании.

Темы и разделы курса:

1. Метрические и нормированные пространства.

Метрические пространства. Нормированные и банаховы пространства. Теорема о пополнении метрических пространств. Сепарабельность.

Свойства полных метрических пространств. Теорема о вложенных шарах, теорема о сжимающих отображениях.

2. Спектр оператора.

Теорема Банаха. Обратимость оператора близкого к обратимому. Представление резольвенты в виде ряда. Спектральный радиус. Спектр и резольвентное множество ограниченного оператора. Свойства спектра (ограниченность, замкнутость, непустота). Непрерывный, точечный, остаточный спектры. Сопряженный оператор. Спектр сопряженного оператора. Свойства спектра самосопряженного оператора. Квадратичная форма самосопряженного оператора. Спектральный радиус самосопряженного оператора и норма самосопряженного оператора. Спектральный радиус интегрального оператора с треугольным ядром. Унитарные операторы. Спектр унитарного оператора. Подобные операторы. Связь спектров подобных операторов. Подобные операторы в $l_2(Z)$ и $L_2(0, 2\pi)$. Унитарно-подобные операторы в $L_2(R)$.

3. Гильбертовы пространства.

Теорема об ортогональном дополнении. Ортонормированные системы. Полные, замкнутые системы.

Теорема о существовании ортонормированного базиса в сепарабельном гильбертовом пространстве. Изоморфизм сепарабельных гильбертовых пространств. Эквивалентность моделей Шредингера и Гейзенберга.

4. Компактные множества в метрических пространствах.

Предкомпактные и компактные множества. Критерий Хаусдорфа предкомпактности.

Теорема Арцела и признаки предкомпактности в различных пространствах.

Эквивалентность норм в конечномерном пространстве. Некомпактность единичного шара в бесконечномерном банаховом пространстве.

5. Компактные операторы. Теория Фредгольма.

Компактные операторы. Операции над операторами, не нарушающие компактность. Свойства компактных операторов. Компактность интегральных операторов в пространствах $C[a,b]$ и $L_p(a,b)$.

Теорема Гильберта-Шмидта о полноте множества собственных векторов компактного самосопряженного оператора. Пример линейного непрерывного оператора с незамкнутым образом. Замкнутость образа оператора $I-A$, где A - компактный оператор. Теоремы Фредгольма. Теорема о связи компактности оператора с компактностью сопряженного оператора (в гильбертовом пространстве).

6. Линейные операторы и функционалы в нормированных пространствах.

Линейные отображения. Норма оператора. Пространство линейных ограниченных операторов. Полнота пространства $B(X,Y)$, где Y -- банахово.

7. Неограниченные операторы.

Примеры неограниченных операторов. Понятие области определения оператора. Теорема Хеллингера-Теплица. Оператор гармонического осциллятора как оператор из $H_1(\mathbb{R})$ в $H_1(\mathbb{R})$. Его спектр.

8. Обобщённые функции и действия с ними.

Функции из $L_1,loc(\mathbb{R})$ и их производные по Соболеву. Производная обобщенной функции, умножение на гладкую функцию, замена переменных. Пространства обобщенных функций D' и S' .

9. Основные понятия теории меры. Интеграл Лебега.

Основные понятия теории меры: полукольцо, кольцо, алгебра, σ -алгебра множеств. Мера, счетно-аддитивная мера. Измеримые по Лебегу множества, измеримые функции. Мера Лебега--Стилтьеса, дискретная мера.

Конструкция интеграла Лебега. Основные свойства интеграла Лебега. Теоремы о предельном переходе под знаком интеграла: Б.Леви, Лебега, Фату. Пространства $L_p(a,b)$. Неравенство Гёльдера, неравенство Минковского.

10. Преобразование Фурье.

Преобразование Фурье в пространстве $L_1(\mathbb{R})$ и его свойства. Преобразование Фурье в пространствах S и $L_2(\mathbb{R})$. Теорема Планшереля. Преобразование Фурье в S' .

11. Сходимости в нормированных пространствах. Теорема Банаха Штейнгауза.

Слабо сходящиеся последовательности. Примеры. Теорема Банаха-Штейнгауза. Слабо ограниченные множества.

Слабая компактность. Теорема о слабой компактности единичного шара в сепарабельном гильбертовом пространстве. Пример последовательности элементов единичной сферы, слабо сходящейся к нулю.

12. Теорема Хана-Банаха и следствия из неё.

Сопряженные пространства. Теорема Хана-Банаха о продолжении линейного функционала.

Следствия из теоремы Хана-Банаха. Изометричность вложения пространства во второе сопряженное. Рефлексивные пространства. Сопряженное пространство к $C(a,b)$.

Общий вид линейного непрерывного функционала в пространствах $L_p(a,b)$ и l_p , при $1 \leq p < \infty$.

Изоморфизм гильбертова пространства своему сопряженному. Общий вид линейного функционала в гильбертовом пространстве.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Химические методы формирования наносистем

Цель дисциплины:

- познакомить студентов с физико-химическими основами синтеза нанокристаллических систем, включая термодинамику и кинетику зародышеобразования и роста нанокристаллов из раствора и пара: золь-гель, гидротермальный метод, криотехнология, вакуумная конденсация, молекулярно-лучевая эпитаксия, ПЖК и химическое осаждение из пара. Обсуждаются условия получения наноматериалов методами гомогенного и гетерогенного зародышеобразования, в том числе тонких пленок, коллоидных нанокристаллов, углеродных нанотрубок и нитевидных кристаллов.

Задачи дисциплины:

- научить студентов синтезировать наноразмерные материалы из раствора и газовой фазы, выбрать метод получения наноструктурных материалов;
- научить студентов, пользуясь знаниями о химии дисперсных систем, управлять размером, морфологией и составом нанокристаллов.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- классификацию дисперсных систем по размерности, агрегатному состоянию и структуре;
- основные физико-химические параметры, определяющие ход химических превращений, термодинамический прогноз возможности реализации синтеза в гомогенной среде. Р-Т-х фазовые диаграммы, выбор условий синтеза;
- основу термодинамики поверхности, избыточные термодинамические функции, поверхностное натяжение и свободную энергию поверхностей раздела фаз, связь поверхностного натяжения с объемными свойствами веществ, термодинамическое уравнение Гиббса для поверхности раздела фаз в однокомпонентных системах;
- классическую теорию гомогенного зародышеобразования, уравнение Гиббса-Томсона, критическое пересыщение, критический размер зародыша, кинетические уравнения скорости зародышеобразования;
- гетерогенное зародышеобразование, эпитаксиальные соотношения, образование новой фазы при участии модификаторов;

- состав поверхности, сегрегацию компонентов в приповерхностных слоях, неустойчивость дисперсных систем, образование кластеров, агрегацию наночастиц, роль температуры и pH среды, стабилизацию наночастиц;
- основные методы формирования наночастиц, классификацию методов по принципам «снизу – вверх» и «сверху-вниз», физические и химические методы, помол и диспергирование, нуклеацию и агломерацию, рост из пара и из растворов, основные параметры роста наночастиц;
- темплатный синтез, нано-реакторы, структуру пористых систем, характеристики пор, примеры темплатов, мезопористый оксид кремния;
- микроэмульсии, обратные мицеллы и обратные эмульсии, рост кластеров в микроэмульсиях, организацию коллоидных систем в присутствии ПАВ, пленки Лэнгмюра-Блоджет;
- коллоидный синтез нанокристаллов полупроводниковых материалов, синтез квантовых точек, нуклеацию в растворах в присутствии стабилизатора, основные характеристики квантовых точек (средний размер, дисперсию размеров, концентрацию), диаграмму Ла-Мера, кооперативные явления в системе наночастиц; остwaldово созревание, агрегирование, влияние пересыщения на морфологию кристаллов, контроль формы, стабилизацию нанокристаллов, синтез гетероструктур типа «ядро-оболочка»;
- методы роста квази-одномерных (1D) кристаллов, механизм роста Пар – Жидкость-Кристалл (ПЖК), примеры получения нитевидных нанокристаллов оксидов металлов, влияние парциального давления кислорода на морфологию кристаллов, свойства нитевидных нанокристаллов;
- метод химического осаждения из газовой фазы (CVD), пиролиз аэрозолей органических и неорганических прекурсоров, принципы выбора прекурсоров, возможности методов лазерного и магнетронного осаждения.

уметь:

- определять условия синтеза наноразмерных материалов из растворов и пара в зависимости от природы исходных веществ;
- определять основные операционные параметры синтеза: пересыщение, температуру, давление, объем реакционной системы и степень их влияния на состав, структуру, морфологию и размер нанокристаллов;
- определять лимитирующую стадию процесса синтеза и ее влияние на морфологию и скорость роста нанокристаллов;
- определять температурную зависимость скорости роста;
- рассчитывать флуктуацию размера нанокристаллов в зависимости от условий синтеза, определять оптимальные условия получения монодисперсных нанокристаллов;
- определять природу стабилизатора для коллоидных нанокристаллов;
- определять условия синтеза полупроводниковых нанокристаллов «квантовых точек» с необходимой длиной волны люминесценции;

- определить необходимый уровень вакуума в процессе синтеза нанокристаллов и тонких пленок из газовой фазы;
- измерять геометрические размеры, элементный и фазовый состав нанокристаллов.

владеть:

- основными методами синтеза нанокристаллов: золь-гель, криохимическая сушка, гидротермальный синтез, пиролиз аэрозолей, вакуумная конденсация, магнетронное и лазерное нанесение, ПЖК, химическое осаждение из пара;
- основными методами исследования наночастиц с учетом локальности и глубины анализа: электронной микроскопией, рентгеновской дифракцией, спектроскопией поглощения.

Темы и разделы курса:

1. Гетерогенное зародышеобразование.

Гетерогенное зародышеобразование. Эпитаксиальные соотношения. Образование новой фазы при участии модификаторов. Массовая кристаллизация и рост монокристаллов. Стабильные и метастабильные кристаллические фазы. Кинетические особенности образования кристаллических фаз, связанные с зародышеобразованием. Роль подложки.

2. Гидротермальный синтез, криохимия.

Метод гидротермального синтеза. Термодинамические основы метода. Влияние параметров гидротермального синтеза на свойства получаемых продуктов. Осаждение из сверхкритических растворов. Ультразвуковое воздействие на водные растворы, кавитация. RESS технология. Сублимационная сушка. Методы низкотемпературной сушки золь и гелей. Способы достижения низких температур. Эффект Джоуля – Томсона. Скорость сублимации. Влияние вакуума. Потеря растворителя. Принципиальная схема установки криохимической сушки.

3. Гомогенное зародышеобразование, агрегация.

Гомогенное зародышеобразование. Критическое пересыщение. Критический размер зародыша. Кинетические уравнения скорости зародышеобразования. Нуклеация и рост. Диаграмма Ла-Мера. Кинетические модели роста. Кооперативные явления в системе наночастиц; остальдово созревание. Агрегация. Типы взаимодействия частиц. Силы Ван-дер-Ваальса. Электростатические силы для заряженных частиц. Гидрофобное/гидрофильное взаимодействие (неполярные/полярные среды). Сольватация. Теория Лифшица – Слезова - Вагнера. Золи. Гели.

4. Золь-гель технология.

Золь-гель технология. Гидролиз. Поликонденсация. Переход истинный раствор – золь. Влияние растворителя, температуры, pH. Строение гелей, ксерогели. Пример получения нанодисперсного кремнезема. Химическое осаждение из растворов. Гидролиз органических солей. Алкоксотехнология. Мицеллы. Темплатный синтез. Поверхностно активные вещества. Микроэмульсии. Рост кластеров в микроэмульсиях. Организация коллоидных систем в присутствии ПАВ. Пленки Лэнгмюра-Блоджет. Примеры роста

нанокристаллов оксидов металлов. Коллоидный синтез нанокристаллов полупроводников. Нуклеация в растворах в присутствии стабилизатора. Морфология нанокристаллов. Синтез и строение структур «ядро-оболочка». Основные характеристики квантовых точек и методы их определения (средний размер, дисперсия размеров, концентрация). Применение квантовых точек: оптические сенсibilизаторы сенсорных материалов, биологические маркеры. Синтез нитевидных наноматериалов. Прямой и обратный темплатный синтез. Нано-реакторы. Синтез из пара. Механизм роста пар – жидкость – кристалл. Роль затравки. Проточный метод синтеза нитевидных кристаллов из пара. Вискеры. Примеры получения нитевидных нанокристаллов оксидов металлов, влияние парциального давления кислорода на морфологию кристаллов. Свойства нитевидных нанокристаллов. Углеродные нанотрубки. Одностенные и многостенные нанотрубки.

5. Основы термодинамики поверхностных явлений.

Основы термодинамики поверхностных явлений. Поверхностное натяжение и свободная энергия поверхностей раздела фаз. Термодинамическое уравнение Гиббса для поверхности раздела фаз в однокомпонентных системах. Влияние морфологии, рельефа и адсорбции молекул. Состав поверхности, сегрегация компонентов в приповерхностных слоях. Адсорбция кислорода. Адсорбция паров воды. Кислотные и основные центры на поверхности. Окислительно-восстановительные и кислотно-основные реакции на поверхности. Поверхность и дисперсное состояние вещества. Классификация дисперсных систем по размерности, агрегатному состоянию и структуре. Основные характеристики наночастиц и дисперсных систем. Размерный эффект.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии

Экономика

Цель дисциплины:

- овладение теоретическими основами и приобретение практических навыков при изучении форм функционирования рыночных структур и механизмов взаимодействия субъектов экономической деятельности общества.

Задачи дисциплины:

- изучение рыночного хозяйства и принципов его функционирования;
- изучение организационно-правовых форм предприятий и нормативных актов, регламентирующих их деятельность;
- изучение предприятия как субъекта рыночного хозяйства;
- изучение внутренней и внешней среды предприятия, его конкурентоспособности, организационной структуры и механизма управления;
- изучение состава основных средств, материальных ресурсов, персонала предприятия;
- рассмотрение вопросов стратегического, текущего и оперативного планирования;
- изучение формирования затрат на производство продукции, работ, услуг; основ ценообразования и их оптимизации;
- изучение инновационной и инвестиционной деятельности предприятия;
- изучение методики анализа и управления рисками на предприятии;
- овладение студентами системой теоретических знаний и практических навыков по использованию инструментов моделирования для выбора оптимального решения.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- организационные основы предприятия и его специализацию;
- рациональное использование ресурсов;
- законодательно закрепленные типы организационно-правовых форм;

- факторы внутренней и внешней среды предприятия;
- структуру ценообразования предприятия;
- особенности внедрения системы сбалансированных показателей на предприятии;
- основные стадии жизненного цикла товара;
- особенности оценки внутренней и внешней среды организации при помощи таких инструментов как SWOT и PEST анализ;
- особенности внедрения инноваций;
- виды стратегий компаний.

уметь:

- анализировать организационную деятельность предприятий и его подразделений;
- проводить сравнительную оценку различных инвестиционных проектов и определять их эффективность;
- разрабатывать перспективные, текущие и оперативные планы;
- определять размеры трудовых коллективов;
- давать экономическую оценку бизнес-процессов на предприятии;
- оценивать конкурентоспособность предприятия при помощи:
 1. Матрицы-BCG;
 2. Матрицы-General Electric/McKinsey & Co;
 3. Операционного метода оценки;
- обоснованно выбирать метод системного анализа при построении и проектировании структуры организации;
- обогащать передовой опыт и внедрять его в производство.

владеть:

- навыками организаторской и управленческой деятельности;
- точным представлением о взаимообусловленности всех сторон производства техники, информации и организации;
- инструментами оценки внутренней и внешней среды компании.

Темы и разделы курса:

1. Инновационная и инвестиционная деятельность предприятия.

Инвестиционная деятельность предприятия. Цели инвестиционной деятельности, объекты. Методика разработки инвестиционного проекта, его реализация. Показатели оценки инвестиционных проектов: срок окупаемости, чистая текущая стоимость доходов, ставка доходности проекта, модифицированная ставка доходности проекта, внутренняя ставка доходности проекта. Оценка эффективности инвестиционного проекта (1 ак.ч.). Инновационная деятельность предприятия (организации). Понятие инновации. Венчурные фонды. Инновационное предпринимательство. Коммерциализация научно-технических разработок. Трансфер технологий, создание малых инновационных компаний (1 ак.ч.).

Рынок IPO: классификация (PPO, SPO), цели, этапы. Принцип проведения IPO(0,5 ак.ч.). Решение ситуационной задачи (кейса) (1 ак.ч.). Выполнение тестовых и практических заданий по тематике лекции (0,5 ак.ч.). Задание для самостоятельной работы.

2. Организация бизнес-процессов и формирование стратегии предприятия.

Бизнес-процессы предприятия (организации). Принципы построения карты бизнес-процессов предприятия. Реинжиниринг бизнес-процессов: сущность, цели, принципы, методы. Факторы, инструменты, структура и этапы процесса реинжиниринга (1,5 ак.ч.). Стратегия деятельности предприятия (организации). Типы стратегий, основные уровни разработки стратегии. Факторы, определяющие выбор стратегии предприятия. Этапы разработки стратегии (1 ак.ч.). Решение ситуационной задачи (кейса) (1 ак.ч.). Выполнение тестовых и практических заданий по тематике лекции (0,5 ак.ч.). Задание для самостоятельной работы.

3. Организация управления и планирования на предприятии.

Управление предприятием (организацией): организационная структура и механизм управления, управленческие кадры. Принципы и формы управления предприятием на всех уровнях (1 ак.ч.). Планирование на предприятии: виды планирования (стратегическое, текущее, оперативное), цели, принципы и методы. Этапы стратегического планирования. Инструменты стратегического планирования. Показатели эффективности деятельности предприятия (организации) (1,5 ак.ч.). Решение ситуационной задачи (кейса) (1 ак.ч.). Выполнение тестовых и практических заданий по тематике лекции (0,5 ак.ч.). Задание для самостоятельной работы.

4. Организация, ее внутренняя и внешняя среда.

Введение: Тенденции развития бизнеса в современной экономике (0,5 ак.ч.). Понятие предприятия (организации). Основы организации. Типы организации, формы регистрации. Свободные экономические зоны. Офшорный бизнес (0,5 ак.ч.). Миссия и цель деятельности организации (предприятия). Понятие внутренней среды организации (предприятия). Ключевые факторы внутренней среды (производство, персонал, организация управления, маркетинг, культура и имидж предприятия). Понятие внешней среды организации (предприятия). Ключевые факторы внешней среды (поставщики ресурсов, потребители, конкуренты, трудовые ресурсы, политические, экономические, социальные и технологические факторы). Стейкхолдеры предприятия, их интересы и цели. Изучение инструментов оценки внутренней и внешней среды предприятия (организации) (1,5 ак.ч.).

Решение ситуационной задачи (кейса)(1 ак.ч.). Выполнение тестовых и практических заданий по тематике лекции (0,5 ак.ч.). Задание для самостоятельной работы.

5. Производство на предприятии.

Продуктовая линейка предприятия (организации). Понятие жизненного цикла продукта, понятие и ключевые показатели качества продукции. Конкурентоспособность продукции и ее оценка. Конкурентоспособность предприятия (организации) на рынке. Цепочка стоимости (ценности) предприятия (1 ак.ч.). Производственные ресурсы предприятия: основные средства и материальные ресурсы предприятия, оборотные средства, трудовые ресурсы. Методы оценки эффективности производственных ресурсов предприятия (организации) (0,5 ак.ч.). Организация производства: производственный процесс и принципы его организации. Типы, формы и методы организации производства. Производственный цикл и его экономическая функция. Производственная структура предприятия (организации) (1 ак.ч.). Решение ситуационной задачи (кейса) (1 ак.ч.). Выполнение тестовых и практических заданий по тематике лекции (0,5 ак.ч.). Задание для самостоятельной работы.

6. Система сбалансированных показателей предприятия.

Система сбалансированных показателей (ССП). Цели и задачи внедрения СПП. Этапы разработки СПП, структура СПП. Связь СПП и стратегии предприятия. Основы технологии СПП. Методология реализации СПП. Понятие стратегической карты предприятия. Ключевые показатели эффективности КРП(2 ак.ч.). Управление персоналом. Мотивация персонала: принципы и методы управления (0,5 ак.ч.). Решение ситуационной задачи (кейса) (1 ак.ч.). Выполнение тестовых и практических заданий по тематике лекции (0,5 ак.ч.). Задание для самостоятельной работы.

7. Управление рисками и ведение международного бизнеса.

Управление рисками деятельности предприятия (организации). Риск-менеджмент: цели, функции, факторы. Понятие, виды рисков. Карта рисков: принципы анализа и построения. Методы и система управления рисками (2 ак.ч.). Ведение международного бизнеса. Кросскультурный менеджмент: концептуальные основы. Модель управления предприятием в кросскультурной среде. Практики кросскультурного взаимодействия (1 ак.ч.). Решение ситуационной задачи (кейса) (2 ак.ч.). Выполнение тестовых и практических заданий по тематике лекции (1 ак.ч.). Задание для самостоятельной работы.

8. Финансово-хозяйственная деятельность предприятия.

Финансово-хозяйственная деятельность предприятия. Финансовые ресурсы предприятия (организации): собственные и заемные. Классификация доходов и расходов предприятия. Себестоимость продукции. Прибыль предприятия: сущность, функции, виды, распределение. Ценообразование: цели, определение спроса, оценка издержек производства, анализ цен конкурентов, выбор метода ценообразования (1 ак.ч.). Оценка

эффективности хозяйственной деятельности предприятия. Выработка. Трудоемкость, фондоотдача, фондоемкость, фондовооруженность, оборачиваемость оборотных средств, материалоемкость, материалоотдача. Рентабельность производства, продаж, имущества, собственного капитала. Критерии финансового состояния предприятия. Показатели финансового состояния предприятия: показатели платежеспособности, финансовой устойчивости, деловой активности, рентабельности. Расчет и анализ показателей (1,5 ак.ч.). Решение ситуационной задачи (кейса) (1 ак.ч.). Выполнение тестовых и практических заданий по тематике лекции (0,5 ак.ч.). Задание для самостоятельной работы.