

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ливанов Дмитрий Викторович
Должность: Ректор
Дата подписания: 25.11.2022 17:11:08
Уникальный программный ключ:
c6d909c49c1d2034fa3a01c5d4aa51e7372a7a2

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Синхротронные и нейтронные методы исследований

Английский язык (уровень В2)

Цель дисциплины:

- формирование межкультурной профессионально ориентированной коммуникативной компетенции на пороговом уровне В1+ с акцентом на устное общение, готовность к точному пониманию смысла текста и к эффективной формулировке собственной устной иноязычной речи.

Задачи дисциплины:

- расширение академического словарного запаса;
- совершенствование речевых и аудитивных навыков и умений;
- формирование способности использовать языковые средства для достижения коммуникативных целей в конкретной ситуации общения в академической сфере на изучаемом иностранном языке;
- формирование способности выстраивать стратегию устного общения на изучаемом иностранном языке в соответствии с социокультурными особенностями изучаемого языка;
- формирование навыков и умений критического мышления при решении проблемных коммуникативных задач.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- академический и функциональный словарь в рамках изучаемых тем;
- основные правила интонационного оформления высказывания;
- закономерности организации высказывания в таких формах выражения мысли, как объяснение, полемика и аргументированное высказывание;
- особенности речевого поведения в различных коммуникативных ситуациях;
- культурно-специфические особенности менталитета, представлений, установок, ценностей представителей англоязычной культуры;
- основные факты, реалии, имена, достопримечательности, традиции немецкоязычных стран;

- этические и нравственные нормы поведения, модели социальных ситуаций, типичные сценарии взаимодействия.

уметь:

- свободно выражать свои мысли, адекватно используя разнообразные языковые средства с целью выделения релевантной информации;
- использовать этикетные формулы в устной и письменной коммуникации (приветствие, прощание, поздравление, извинение, просьба);
- убедить собеседника, создать у него точное представление о каком-либо предмете или явлении;
- объяснить ранее неизвестное понятие;
- приводить аргументы и контраргументы;
- исследовать факты и связи;
- объяснять причины возникновения и пути реализации;
- доказывать целесообразность предложения;
- доказывать справедливость постулата;
- работать с электронными словарями и другими электронными ресурсами для решения лингвистических задач.

владеть:

- основными дискурсивными способами реализации коммуникативных целей высказывания применительно к особенностям текущего коммуникативного контекста (время, место, цели и условия взаимодействия);
- основными способами выражения семантической, коммуникативной и структурной преемственности между частями высказывания - композиционными элементами текста (введение, основная часть, заключение), сверхфразовыми единствами, предложениями;
- социокультурной компетенцией для успешного взаимопонимания в условиях общения с представителями другой культуры;
- различными коммуникативными стратегиями;
- учебными стратегиями для организации своей учебной деятельности;
- когнитивными стратегиями;
- стратегиями рефлексии и самооценки;
- дискурсивной компетенцией - уметь строить высказывание с учетом его логичности, достаточности, точности, выразительности, убедительности.

Темы и разделы курса:

1. Американская мечта

Грамматический аспект – глагольные конструкции, позволяющие избежать повторов. Лексический аспект – контекстуальные синонимы; страны и национальности. Коммуникативный аспект – дискуссия по национальным проблемам; американский акцент в английском языке.

2. Глобализация экономики

Грамматический аспект – наречия, наречные словосочетания. Лексический аспект – бизнес лексика для описания экономических тенденций. Коммуникативный аспект – планирование рекламной кампании; статистический отчет.

3. Жизнь на краю света

Грамматический аспект – уточняющие, причастные и деепричастные обороты. Лексический аспект – географическая и климатическая лексика. Коммуникативный аспект – бытовые выражения со словами «earth, ground, soil»

4. Культ знаменитости

Грамматический аспект – вводные слова (маркеры дискурса). Лексический аспект – синонимы/антонимы. Коммуникативный аспект – выражение согласия/несогласия с помощью вопросов и повторов.

5. Мифы и факты в биографии знаменитых людей

Грамматический аспект – реальное и сослагательное наклонения. Лексический аспект – метафоры и идиомы. Коммуникативный аспект – взгляды на искусство; «смягчение» высказывания.

6. Народная мудрость

Грамматический аспект – модальные глаголы во всех значениях. Лексический аспект – рифма и ритм в поэтическом стиле речи. Коммуникативный аспект – системные нарушения правил английского языка в разговорной практике.

7. Непреодолимое влечение

Грамматический аспект – эмфатические синтаксические конструкции. Лексический аспект – крылатые выражения, пословицы и поговорки. Коммуникативный аспект – эмоциональная окраска реакции на высказывание.

8. Спорт

Грамматический аспект – усилительные наречия. Лексический аспект – части тела и глаголы, им соответствующие. Коммуникативный аспект – дискуссионные клише.

9. Средства массовой информации

Грамматический аспект – пассивные конструкции. Лексический аспект – существительные, образованные от фразовых глаголов. Коммуникативный аспект – реакция на новости; дискуссия о подаче новостей.

10. Стили и жанры художественной литературы

Грамматический аспект – обзор видовременных категорий глагола (сравнение видов).
Лексический аспект – фразовые глаголы в буквальном и метафорическом значении;
омонимы. Коммуникативный аспект – несоответствие фонетики орфографии.

11. Уроки истории

Грамматический аспект – глагольные конструкции (глагол/инфинитив, глагол/герундий).
Лексический аспект – омонимы, омофоны, омографы. Коммуникативный аспект – отчет очевидца; анекдоты.

12. Чудеса света

Грамматический аспект – связующие конструкции. Лексический аспект – синонимы, антонимы. Коммуникативный аспект – использование эфемизмов в речевой практике.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Синхротронные и нейтронные методы исследований

Белковая инженерия

Цель дисциплины:

- приобретение студентами знаний об основных методических подходах, используемых при генетическом манипулировании, о молекулярных механизмах, лежащих в основе этих подходов и о возможности их применения для конструирования модифицированных белковых молекул.

Задачи дисциплины:

- получение знаний о генетическом клонировании, функциональной организации различных векторов для генетического клонирования, конструировании векторов для экспрессии чужеродных генов в клетках микроорганизмов;
- получение знаний о конструировании и анализе генетических библиотек;
- получение знаний о биосинтезе и фолдинге белковых молекул, уровнях структурной организации белков, особенностях структурно-функциональной организации белков;
- освоение навыков работы со специальной литературой в предметной области.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- структурные особенности, основные функции и принципы функционирования белков и нуклеиновых кислот;
- физические явления, лежащие в основе организации этих макромолекул;
- основные методы исследования белков и нуклеиновых кислот;
- методы конструирования рекомбинантных молекул ДНК;
- принципы получения рекомбинантных белков.

уметь:

- проводить поиск и анализ научно-технической информации по заданной тематике в области исследований белков и нуклеиновых кислот;

- использовать фундаментальных знания в области молекулярной биологии для решения практических задач связанных с получением и модификацией белков.

владеть:

- специальной терминологией в области белковой инженерии;
- методами обработки, анализа и систематизации научно-технической информации.

Темы и разделы курса:

1. Методы очистки и анализа белков.

Методы гомогенизации биологических материалов. Центрифугирование. Основы теории седиментации. Дифференциальное центрифугирование. Зонально-скоростное центрифугирование. Равновесное (изопикническое) центрифугирование. Разделение осаждением. Изоэлектрическое осаждение, высаливание, осаждение органическими растворителями. Диализ и ультрафильтрация. Хроматографические методы разделения веществ. Общее представление о хроматографии. Основные понятия и основы теории хроматографии. Удерживание. Разрешение. Понятие о теоретической тарелке. Классификация хроматографических методов. Особенности разделения белков. Материалы матриц сорбентов и обменников. Методы хроматографии. Адсорбционная хроматография. Распределительная хроматография. Обратная-фазовая хроматография. Ионообменная хроматография. Гель-проникающая хроматография. Аффинная хроматография. Оборудование для хроматографии. Особенности препаративной и аналитической хроматографии. Электромиграционные методы разделения веществ. Классификация электромиграционных методов разделения. Электрофорез в агарозном геле. Электрофорез в полиакриламидном геле. Стационарный электрофорез. Изоэлектрическое фокусирование. Изоэлектрофорез. Капиллярный электрофорез. Электрофорез белков. Электрофоретические свойства белков. Диск-электрофорез. Разделение белков с использованием Na-DС. Определение молекулярной массы белков с использованием электрофореза. Обнаружение белков на электрофореграммах. Окрашивание. Обнаружение по ферментативной активности. Вестерн-блоттинг. Электрофорез нуклеиновых кислот. Электрофоретические свойства нуклеиновых кислот. Электрофорез нуклеиновых кислот в агарозном и полиакриламидном гелях. Пульсфорез. Электрофорез в денатурирующих условиях. Обнаружение нуклеиновых кислот после электрофореза. Источники питания для электрофореза. Саузерн- и нозерн-блоттинг.

2. Основы генетического конструирования.

Конструирование библиотек генов. Векторы для клонирования генов. Амплификация фрагментов ДНК с использованием цепной полимеразной реакции (ПЦР). Определение нуклеотидной последовательности ДНК. Направленный мутагенез последовательности ДНК. Принципы скрининга библиотек генов. Регуляция активности генов. Регуляция активности генов на уровне транскрипции. Функционирование лактозного оперона. Регуляция транскрипции генов на уровне трансляции. Функционирование триптофанового оперона. Векторы для экспрессии чужеродных генов. Их структура и использование. Выбор промоторов для экспрессионных векторов. Инициация трансляции у прокариот. Конструирование RBS при создании векторов экспрессионных векторов. Сопряжение

процессов транскрипции и трансляции у прокариот. Структура генов эукариот. Их модификация для экспрессии в клетках прокариот. Механизмы секреции белков. Строение и функции сигнальных пептидов. Основные этапы конструирования генно-инженерных продуцентов. Микроорганизмы, используемые для создания генно-инженерных продуцентов. Посттрансляционные модификации белков. Причины неидентичности природных белков и их генно-инженерных аналогов. Деграция чужеродных и аномальных белков микробными клетками. Стабильность чужеродных белков в микробных клетках.

3. Основы молекулярной биологии.

Структура нуклеиновых кислот. Первичная структура НК. Структура рибо- и дезоксирибонуклеотидов. Спиральная структура ДНК. Уотсон-Криковские пары. В-форма ДНК. Альтернативные формы двойной спирали ДНК. А-форма, Z-форма, другие альтернативные формы НК. Пары Хугстина и другие возможности взаимодействия нуклеиновых оснований. Кольцевая и линейная ДНК. Суперспирализация ДНК. Упаковка ДНК в хромосомах. РНК. Типы РНК и их распространённость. Структура РНК.

Репликация ДНК. Общая схема репликации ДНК. ДНК-полимеразы. Типы ДНК-полимераз, активности ДНК-полимераз, инициация синтеза ДНК, ДНК-полимеразы про- и эукариот. ДНК-лигазы. Раскручивание двойной спирали ДНК при репликации. ДНК-геликазы, Белки, дестабилизирующие спираль. Топологические проблемы раскручивания и репликации ДНК. ДНК-топоизомеразы: топоизомеразы типа I, топоизомеразы типа II, гиразы. Точки начала репликации. Инициация образования новых цепей ДНК. Репликация ДНК – усовершенствованная модель. Репликация по типу катящегося кольца. Поочередная репликация цепей. Терминация репликации. Терминация и расхождение ДНК в кольцевых геномах. Терминация и завершение репликации линейных ДНК. Теломерная ДНК и теломераза.

Репликация РНК. Репликация РНК с образованием ДНК. Репликация геномов ретровирусов. Обратная транскриптаза. Репликация некоторых ДНК-содержащих вирусов с использованием обратной транскрипции. Репликация РНК с образованием РНК.

Транскрипция. Синтез РНК на ДНК-матрице. ДНК-зависимые РНК-полимеразы. Инициация транскрипции. Терминация транскрипции и отделение цепей РНК. Процессинг РНК у прокариот. Группы генов, кодирующих рРНК и тРНК. Разрезание рРНК–тРНК-котранскриптов. Образование зрелых тРНК из более крупных транскриптов.

Трансляция. Генетический код. Основные особенности структуры тРНК. Аминоацил-тРНК-синтетазы. Строение рибосом. Трансляция мРНК у прокариот. Условия инициации трансляции. Элонгация полипептидной цепи. Терминация элонгации полипептидной цепи. Трансляция мРНК у эукариот. Особые модификации мРНК эукариот. Инициация трансляции на 5'-кэпированных концах малыми рибосомными субчастицами. Элонгация и терминация полипептидной цепи.

4. Структурно-функциональная организация белковых молекул.

Структурная организация белков. Уровни структурной организации белков. Аминокислоты как блоки белковой структуры. Структура пептидной связи. Карта Рамачандрана. Вторичные структуры в белках. Мотивы в белках. Третичные структуры в белках. Домены в белках. Структурно-функциональная организация белковых молекул. Механизмы

фолдинга белковых молекул. Шаперон-зависимый и про-зависимый фолдинг. Способы стабилизации белковых молекул. Деградация белков.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Синхротронные и нейтронные методы исследований

Биоэлектроника

Цель дисциплины:

- освоение студентами базовых навыков необходимых для понимания принципов работы интерфейсов с живыми системами и последующей обработки полученных сигналов, а также навыков которые в будущем помогут им создавать и эксплуатировать различные биоэлектронные устройства.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний об особенностях интерфейсов с живыми системами, видах биологических сигналов и общих подходов к их обработке.

- формирование базовых знаний об основных схмотехнических и математических подходов для создания биоэлектронных устройств.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории и формулы, описывающие физические процессы в живых системах, которые можно использовать для создания биоэлектронных устройств;

- базовые принципы и подходы к разработке биоэлектронных интерфейсов;

- теоретические основы биофизических и биохимических процессов, используемых для передачи сигнала в биоэлектронное устройство;

- особенности подходов к обработке биологических сигналов;

- основные схмотехнические подходы к созданию биоэлектронных устройств.

уметь:

- анализировать биофизические процессы и выбирать необходимые для получения требуемой информации от живой системы;

- применять физические теории к описанию процессов передачи сигнала в интерфейсе живое/неживое;

- проектировать схемотехнические решения для биоэлектронных устройств;
- эффективно использовать современные информационные технологии при решении задач в области биоэлектроники.

владеть:

- специальной терминологией в области биоэлектроники;
- методиками построения моделей биоэлектронных систем;
- основными методами расчета схемотехнических решений для биоэлектронных систем.

Темы и разделы курса:

1. Электрохимия в живых системах. Основные биоэлектрохимические процессы. Основы биофизики рецепции и генерации сигналов.

Будет рассказано про базовые электрохимические процессы, протекающие в живых системах. Показано какую роль они играют в различных биологических процессах. Дан обзор по основам биологической рецепции и преобразованию информации в рецепторных системах.

2. Общие понятия в электротехнике.

Теоретические основы электротехнических систем, использующих элементы ультранизкой мощности.

Основы схемотехники. Электроника низких мощностей. Основы теории обработки сигналов, методы фильтрации сигналов.

3. Проектирование схемотехнических решений.

Наиболее распространенные подходы к проектированию схемотехнических решений по первичной обработке сигналов. Основы аналоговой низкомощностной электроники для имплантируемых устройств.

4. ДНК-нанотехнологии.

Дан обзор ДНК-нанотехнологий. Показаны методы сборки различных ДНК-оригами структур и разобрано их функционирование в различных средах. Показаны возможности использования ДНК-структур в биоэлектронике.

5. Перенос заряда в некоторых белках.

Перенос заряда в некоторых белках. Белковые пилы как нанопровода. Конденсаторы на основе очищенных белков и смесей различных белков. Другие перспективные разработки.

6. Цитоморфная электроника.

Дано понятие цитоморфной электроники, причины возникновения данного подхода и области ее применения. Представлены основные подходы к разработке цитоморфных

схемотехнических решений. Разобраны примеры цепей имитирующих биологические процессы на примере экспрессии генов в прокариотах и эукариотах.

7. Гибридные биоэлектронные системы.

Гибридные биоэлектронные системы с функциональными биологическими компонентами.

8. Биосенсоры.

Биосенсоры, их разновидности и области применения.

9. Интерфейсы живое/неживое.

Интерфейсы живое/неживое, области применения, используемые материалы

10. Внутриклеточные процессы.

Внутриклеточные процессы и их детектирование с использованием биоэлектронных систем.

11. Перспективы в биоэлектронике.

Перспективные области практического применения в биоэлектронике

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Синхротронные и нейтронные методы исследований

История, философия и методология естествознания

Цель дисциплины:

- формирование представления о специфике философии как способе познания и духовного освоения мира, основных разделах современного философского знания, философских проблемах и методах их исследования;
- овладение базовыми принципами и приемами философского познания;
- введение в круг философских проблем, связанных с областью будущей профессиональной деятельности, выработка навыков работы с оригинальными и адаптированными философскими текстами.

Задачи дисциплины:

- раскрыть возможности использования философских понятий и концепций в становлении и современном развитии научной мысли, в том числе показать роль и значение философской методологии науки для специалиста в области физико-математического естествознания;
- выявить мировоззренческое и методологическое содержание основных философских категорий и принципов для современного естествознания, их применение в теоретической, экспериментальной и технической физике, а также других разделах естественнонаучного цикла;
- способствовать в выработке потребности в осознании философско-методологических исследований на современном этапе развития науки;
- ознакомить с содержанием основных методологических и теоретико-познавательных концепций в истории философской мысли;
- научить ориентироваться в многообразии методологических концепций на современном этапе развития цивилизации.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- современные тенденции развития науки;
- философские концепции науки;

- место естественных наук в выработке научного мировоззрения;
- историю и методологию физических наук и математики, расширяющих общепрофессиональную, фундаментальную подготовку.

уметь:

- самостоятельно определять задачи связанные с личностным развитием, повышением собственной образованности;
- осуществлять концептуальный анализ современных проблем методологии физики и математики;
- формировать онтологический базис при решении научных и прикладных задач в области информационных технологий;
- 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;
- классифицировать конвергентные технологии по морфологическим основаниям и материалам, определять необходимый междисциплинарный контекст для каждого нбик-блока.

владеть:

- основами методологии научного познания при изучении различных уровней организации материи, пространства и времени;
- различными вариантами подходов к решению конкретных профессиональных задач на основе знаний, полученных в ходе изучения истории, философии и методологии естествознания.

Темы и разделы курса:

1. Концептуальная история науки. Возникновение науки и основные этапы ее развития. Идеи рационализма в античной культуре. Становление научной картины мира. Соотношение знания и веры в духовной культуре европейского средневековья.

Становление принципов рациональности в греческой философии (понятия “доказательство” и “истина”). Философия и математика (Фалес, Пифагор). Логический метод в философии Парменида. Сократ и Платон о необходимости определения общих понятий. Обоснование принципов рациональности: как человеческое мышление может выразить сущность мира? Гераклит и Зенон (мир и законы логики). Гераклит и софисты (реальность и язык). Гераклит, Парменид, Платон (сущность и явление). Два уровня знания (Демокрит, Платон). Диалектика как метод поиска истины в научных дискуссиях (Сократ, Платон). Развитие теории доказательства (Зенон, Аристотель). Зарождение логики как

науки. Первые парадоксы в развитии теоретического мышления. Проблема познаваемости мира. Философский скептицизм (софисты, Пиррон). Рационализм Сократа: диалектика как искусство исследования понятий и поиска истины. Проблема самопознания. Ироническая майевтика. Становление научной картины мира. Поиски первоосновы мира (Фалес, Парменид, Демокрит, Платон, Аристотель). Становление принципа детерминизма (Гераклит, пифагорейская школа, Демокрит, Аристотель). Проблема движения. Мир как процесс в философии Гераклита. Проблема источников движения и формирования вещей у Аристотеля. Материя и форма. Монастыри и университеты как очаги духовной культуры, образования, научной деятельности в позднем Средневековье. Схоластика как специфический вид интеллектуальной деятельности. Сущность и существование. Ансельм Кентерберийский, Фома Аквинский. Варианты логического обоснования существования Бога. Проблема противоречия знания и веры. Диалектика общего и отдельного: номинализм, реализм, концептуализм.

2. Динамика естествознания в западноевропейской культуре. Революционные процессы Нового времени и наука. Проблемы теории познания и научной методологии. Принцип сенсуализма в теории познания.

Формирование современного образа науки (Н. Коперник, Дж. Бруно, И. Кеплер, Г. Галилей). Коперниканская революция и ее значение в развитии естествознания. Философское осмысление научной революции XVII в. Проблема научного метода. Критика схоластической методологии Ф. Бэконом и Р. Декартом. Эмпиризм и рационализм – гносеологические проблемы философии Нового времени. Дедуктивная и индуктивная методология. Индуктивный метод Ф. Бэкона. “Правила для руководства ума” Р. Декарта. Рационализм Г. Лейбница (“истины факта” и “истины разума”). Принцип сенсуализма в теории познания. Проблема первоисточника человеческого знания: обоснование принципов сенсуализма Дж. Локком. Критика Г. Лейбницем односторонности сенсуализма Локка. Г. Лейбниц о наиболее общих законах мира (детерминизм, постепенность изменений, проблема тождественности предметов, совершенство Вселенной). Парадоксы и противоречия одностороннего сенсуализма: субъективный идеализм Дж. Беркли, агностицизм Д. Юма.

3. Классический этап философии рационализма. Развитие идей рационализма в классической немецкой философии.

Ранние работы И. Канта: принцип развития и естествознание XVIII века. И. Кант и “коперниканский” переворот в философии. Творчество субъекта – исходная основа процесса познания по Канту. И. Кант о творческом характере научного мышления и методологической роли категорий. Категории как универсальные логические формы. Границы рационального конструирования. Антиномии разума. Диалектическая философия Гегеля: принцип развития и системная методология. Гегелевская концепция рационализма: всеобщие законы мира и законы диалектической логики. Тождество бытия и мышления. Основные законы диалектики. Принцип развития и системная методология в современной науке.

4. Наука XIX- XX вв. и постклассическая философия науки. Философия науки в традиции марксизма. Позитивизм и проблемы методологии научного познания.

Критический анализ К. Марксом и Ф. Энгельсом философских взглядов Г.Гегеля и Л.Фейербаха. Значение естественнонаучных открытий XIX века и последующих достижений науки XX века для обоснования материалистической диалектики. Применение

К. Марксом и Ф. Энгельсом принципа развития и системного метода к анализу общества, движущих сил и закономерностей его развития. Понятие общественно-экономической формации, структура формации. Диалектико-материалистический подход к фундаментальной проблеме всей истории философии – происхождению человека и человеческого сознания. Общая теория диалектики. Практическая деятельность человека и критерии истинности знания. Диалектико-материалистическая теория познания.

Огюст Конт: этапы развития человеческого знания и сущность позитивной философии. Принцип наблюдаемости в научном познании. Классификация наук по О. Конту. Революция в физике и второй позитивизм (Э. Мах). Наука как описание наших ощущений. Исследование языка науки и логики научного познания в философии логического позитивизма. Проблема соотношения теоретического и эмпирического уровней знания. Критерий верифицируемости. Кризис логического позитивизма.

5. Методология и философия науки XX века. Постпозитивизм

Закономерности эволюции научного знания в философии постпозитивизма. Модели эволюции науки К. Поппера, И. Лакатоса, Т. Куна. Мировоззренческие и методологические итоги развития науки в XX веке. Исследования философов и естествоиспытателей по философским проблемам познания и по методологии науки.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Синхротронные и нейтронные методы исследований

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 потенциация 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 ТПСР. 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: 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Синхротронные и нейтронные методы исследований

Математические методы современной физики

Цель дисциплины:

- Дать инструментарий для общего описания различных процессов в терминах стохастических дифференциальных уравнений. Познакомить с базовыми случайными процессами – винеровским, пуассоновским и процессами Леви. Познакомить с субординированными случайными процессами как моделями немарковских процессов. Познакомить с новыми математическими понятиями, возникающими при описании базовых случайных процессов, такими как дробные производные и интегралы, их свойствами, фрактальными объектами. Познакомить с квантовыми случайными процессами и рождающим, уничтожающим и считающим компонентами.

Задачи дисциплины:

- Научить студентов составлять и решать стохастические дифференциальные уравнения (СДУ), понимать базовые понятия и представления, лежащие в их основе, научить получать из СДУ кинетические уравнения, в том числе детерминированные дифференциальные уравнения для основных характеристик открытых систем, научить моделировать решения детерминированных уравнений случайными уравнениями, строить случайные модели разнообразных явлений и систем.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные понятия и представления центральных предельных теорем, 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, свойства стохастического интеграла Ито;

- решения и преобразования винеровских стохастических дифференциальных уравнений - приближенное решение методом Коши – Эйлера, замена переменных (формула Ито), другой подход к формуле Ито, правило дифференцирования Ито, связь между уравнением Фоккера - Планка и стохастическим дифференциальным уравнением; решение СДУ для осциллятора с шумящей частотой;

- определения и свойства стохастических дифференциалов и интегралов в смысле Ито и Стратановича, дифференциальных уравнений Ито и Стратановича;

- 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);

- точечные процессы на произвольных множествах;

- 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;

- 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;

- отличия квантовой вероятности от классической;

- считающий, рождающий и уничтожающий компоненты квантового случайного процесса;
- алгебру Хадсона-Партасарати;
- кинетическое уравнение для матрицы плотности в форме Линдблада.

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;
- получать кинетические уравнения для матрицы плотности в форме Линдблада из квантовых СДУ винеровского и невинеровского типов.

владеть:

- основными методами теории стохастических процессов – метод стохастических дифференциальных уравнений, метод кинетического уравнения, аппаратом характеристической функции, центральными предельными теоремами, алгебраической теорией возмущений.

Темы и разделы курса:

1. Введение в квантовые СДУ.

Особенности составления СДУ в резонансных системах. Алгебраическая теория возмущений для получения эффективного гамильтониана системы в условиях резонансов. Квантовая вероятность. Квантовые считающий, рождающий и уничтожающий процессы. Квантовый интеграл Ито. Алгебра Хадсона-Партасарати. Квантовое СДУ невинеровского типа для оператора эволюции системы. Унитарность оператора эволюции и квантовая формула Ито. Кинетическое уравнение для матрицы плотности в форме Линдблада.

2. 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.

3. 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.

4. Теория СДУ винеровского и пуассоновского типов.

Свойства стохастического интеграла Ито. 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. Спонтанное излучение атома, коллапс волновой функции, кинетическое уравнение и его решение методом Монте-Карло. Элементарная теория фильтрации.

5. Традиционная теория случайных процессов.

Основные необходимые представления теории вероятностей. Сепарабельные процессы и теорема Колмогорова. Условие марковости. Уравнение Чемпена-Колмогорова-Смолуховского и его частные случаи. 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.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Синхротронные и нейтронные методы исследований

Машинное обучение и анализ больших данных

Цель дисциплины:

Целью реализации дисциплины является формирование/совершенствование компетенций слушателей в области решения профессиональных задач по машинному обучению и анализу больших массивов данных.

Задачи дисциплины:

- сформировать умение использовать базовые типы и конструкции языка программирования Python;
- сформировать умение работать со стандартными структурами данных в Python, писать функции на Python, применять функциональные особенности языка, работать с файлами с помощью языка Python;
- сформировать умение применять механизмы наследования, создавать классы и работать с ними, обрабатывать исключения;
- сформировать умение искать и исправлять ошибки в программе на Python, тестировать программы на Python;
- сформировать умение писать многопоточный код на Python, писать асинхронный код на Python, работать с сетью, создать свое серверное сетевое приложение;
- сформировать умение пользоваться библиотеками Python для работы с данными;
- сформировать умение решать оптимизационные задачи с помощью Python;
- сформировать умение использовать математический аппарат для работы с данными;
- сформировать навыки построения предсказывающих моделей;
- сформировать умение оценивать качество построенных моделей;
- сформировать умение применять инструменты Python для решения задач машинного обучения.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- базовые сведения о языке, особенности организации кода на Python;

- стандартные структуры данных в Python;
- механизмы наследования, классы;
- особенности объектно-ориентированной модели в Python;
- процессы и потоки ОС;
- основные понятия анализа данных;
- основные математические объекты для работы с данными;
- принципы статистики и теории вероятностей;
- основные понятия машинного обучения;
- типы признаков в машинном обучении;
- метрики качества в задачах регрессии и классификации;
- свойства L1 и L2 регуляризации;
- методы предобработки данных;
- метрические методы машинного обучения.

уметь:

- использовать базовые типы и конструкции языка;
- работать со стандартными структурами данных в Python, писать функции на Python, применять функциональные особенности языка, работать с файлами с помощью языка Python;
- применять механизмы наследования, создавать классы и работать с ними, обрабатывать исключения;
- искать и исправлять ошибки в программе на Python, тестировать программы на Python;
- писать многопоточный код на Python, писать асинхронный код на Python, работать с сетью, создать своё серверное сетевое приложение;
- работать в команде.
- использовать математический аппарат для работы с данными;
- использовать основные инструменты Python для работы с данными;
- выбирать подходящий метод оптимизации для конкретной задачи;
- оценивать параметры модели;
- применять библиотеки Python для построения модели линейной регрессии, решающих деревьев и композиций алгоритмов;
- применять библиотеки Python для обучения метрических алгоритмов, SVM, байесовских моделей.

владеть:

- стандартными структурами данных в Python, умением писать функции на Python, применять функциональные особенности языка, работать с файлами с помощью языка Python;
- механизмами наследования, создавать классы и работать с ними, обрабатывать исключения;
- навыками выбора подходящего метода оптимизации для конкретной задачи;
- навыками применения библиотеки Python для построения модели линейной регрессии, решающих деревьев и композиций алгоритмов, для обучения метрических алгоритмов, SVM, байесовских моделей.

Темы и разделы курса:**1. Основы программирования на Python**

Основы программирования на Python. Структуры данных и функции. Объектно-ориентированное программирование. Углубленный Python. Многопоточное и асинхронное программирование.

2. Математика и Python для анализа данных

Знакомство с анализом данных. Основные библиотеки Python для анализа данных — NumPy, SciPy, Pandas, Matplotlib. Математические объекты для изучения анализа данных. Матричные разложения. Элементы теории вероятности и статистики.

3. Обучение на размеченных данных

Машинное обучение и линейные модели. Борьба с переобучением и оценивание качества. Линейные модели: классификация и практические аспекты. Решающие деревья и композиции алгоритмов. Нейронные сети и обзор методов.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Синхротронные и нейтронные методы исследований

Методы нейтронного рассеяния для исследований конденсированных сред

Цель дисциплины:

- освоение студентами базовых представлений о методиках рассеяния нейтронов и изучение основ современных экспериментальных подходов к исследованию свойств конденсированных сред с их помощью.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний о свойствах нейтронов для исследований конденсированных сред, получаемых на установках класса "мегасайенс", изучение особенностей методик нейтронного рассеяния;

- формирование базовых знаний о свойствах материалов, получаемых с использованием рассеяния нейтронов.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории и формулы, описывающие рассеяние нейтронов в конденсированных средах;
- получение, формирование и детектирование нейтронных пучков;
- теоретические основы ядерного и магнитного рассеяния нейтронов;
- методики проведения экспериментов и обработки данных по нейтронному рассеянию;
- основные методы использования нейтронов для изучения свойств вещества.

уметь:

- рассчитывать параметры элементов экспериментальных установок нейтронного рассеяния;
- применять физические теории к описанию характеристик взаимодействия нейтронов с веществом, а также соответствующие методы исследования, основанные на их использовании;

- решать основные уравнения классической и квантовой теории нейтронного рассеяния;
- эффективно использовать современные информационные технологии и ресурсы для получения необходимых знаний по интересующей научной проблеме.

владеть:

- специальной терминологией в области нейтронного рассеяния;
- методиками построения моделей к описанию взаимодействия нейтронов с веществом;
- основными методами применения нейтронного рассеяния.

Темы и разделы курса:

1. Свойства нейтрона. Дуализм волна-частица. Источники нейтронов. Нейтроны для изучения конденсированных сред.

Характеристики нейтрона как частицы. Соотношения между различными кинематическими характеристиками нейтрона как частицы и как волны. Получение нейтронов. Типы исследовательских источников нейтронов. Замедление нейтронов. Спектральное распределение замедленных нейтронов. Особенности свойств нейтронов для изучения свойств конденсированных сред.

2. Основы теории рассеяния нейтронов .

Поток нейтронов. Сечение рассеяния. Сечение поглощения. Дифференциальное сечение рассеяния. Дважды дифференциальное сечение рассеяния. Ослабление нейтронного пучка за счет рассеяния и поглощения.

Волновое описание рассеяния нейтронов ядрами. Нейтронная волна. Упругое рассеяние нейтронов одиночным ядром. Рассеяние несколькими ядрами – интерференция. Когерентное и некогерентное сечения рассеяния. Некогерентное рассеяние за счет относительных ориентаций спинов нейтрона и ядер. Некогерентное рассеяние на ядрах за счет изотопного беспорядка.

3. Квантово-механическое описание процесса рассеяния.

Начальное и конечные состояния. Плотность состояний. Основное уравнение рассеяния. Упругое рассеяние на одном и нескольких ядрах. Неупругое рассеяние нейтронов.

Полное сечение рассеяния от системы ядер. Экспериментальные соображения. Когерентное упругое рассеяние от многих ядер. Квантовое описание сечения рассеяния.

4. Получение, формирование и детектирование нейтронных пучков.

Коллиматоры. Нейтронноводы. Монохроматоры. Прерыватели пучка и селекторы скоростей. Поляризующие фильтры. Поляризующие зеркала. Поляризующие монохроматоры. Спин-флипперы. Газовые и сцинтилляционные детекторы.

5. Малоугловое рассеяние.

Сечение рассеяния от наноразмерных объектов. Структурный фактор. Малоугловое приближение. Малоугловое рассеяние от наночастиц в растворе. Форм-фактор твердой сферы и других простых форм. Полидисперсность. Взаимодополняемость нейтронов и СИ. Формула Дебая. Приближение Гинье. Закон Порода.

6. Нейтронная рефлектометрия.

Коэффициент преломления. Квантовомеханическое рассмотрение процесса отражения. Отражение от гладких плоских поверхностей. Полное отражение. Отражение как процесс рассеяния. Отражение от слоистых наноструктур. Шероховатые и волнистые поверхности.

7. Дифракция нейтронов на кристаллах.

Элементарные ячейки. Обратная решетка. Позиции атомов в элементарной ячейке. Заселенности позиций. Группы симметрии. Закон Брэгга. Фактор Дебая-Валлера. Интеграл сечения рассеяния при дифракции. Мозаичность. Экстинкция. Дифракция по Лауэ. Дифракция на порошках. Дифракция на наночастицах.

8. Неупругое рассеяние. Рассеяние на фононах.

Теория рассеяния на колебаниях ядер. Классическое описание колебательной динамики кристаллов. Квантовомеханическое описание. Однофононное сечение рассеяния. Трехосный спектрометр. Спектрометры по времени пролета.

9. Магнитное рассеяние.

Магнитное взаимодействие нейтрона с атомом. Магнитный матричный элемент. Матричный элемент для неполяризованных нейтронов. Основное уравнение магнитного рассеяния. Магнитный форм-фактор. Магнитная дифракция. Неупругое магнитное рассеяние.

10. Квазиупругое рассеяние нейтронов.

Непрерывная диффузия. Модель прыжковой диффузии. Модель вращательной диффузии. Спектрометры для исследования процессов диффузии.

11. Нейтронное спиновое эхо.

Эффект спинового эха. Спиновое эхо при неупругом рассеянии. Спин-эхо спектрометр.

12. Коррекция и обработка экспериментальных данных.

Экспериментальное измерение дважды дифференциального сечения рассеяния. Учет не зависящего от образца фона. Самоэкранировка и ослабление нейтронного пучка. Многократное рассеяние. Калибровка нейтронного спектрометра.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Синхротронные и нейтронные методы исследований

Молекулярная электроника

Цель дисциплины:

- освоение студентами фундаментальных знаний в области молекулярной электроники;
- изучение широкого круга вопросов, касающихся механизмов передачи информации в молекулярных системах;
- ознакомление с принципами построения элементной базы устройств молекулярной электроники и технологическими приемами синтеза наноструктур, используемых в таких устройствах.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний в области молекулярной электроники как дисциплины, интегрирующей общефизическую и общетеоретическую подготовку физиков и обеспечивающей технологические основы современных инновационных сфер деятельности;
- обучение студентов принципам и технологические приемы синтеза наноструктур, используемых в таких устройствах;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области био и молекулярной электроники в рамках выпускных работ на степень магистра.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

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

уметь:

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

владеть:

- планированием, постановкой и обработкой результатов физического эксперимента;
- научной картиной мира;
- математическим моделированием физических задач.

Темы и разделы курса:

1. Безызлучательные процессы переноса энергии электронного возбуждения.

Механизм Ферстера. Особенности переноса энергии в системе молекулы-твердотельная подложка. Обменный механизм переноса энергии. Теория Ферстера-Декстера.

2. Введение.

Традиционная планарная микроэлектроника, принципиальные физические ограничения ее развития. Молекулярные системы как элементная база электронных устройств. Перспективы развития молекулярной электроники. Проблема использования отдельных атомов, молекул и их комплексов в качестве логических элементов электронных устройств. Характеристики таких элементов: надежность срабатывания, КПД преобразования сигнала, однозначность реакции молекулы при ее возбуждении. Большие органические и биоорганические молекулы как элементы молекулярных устройств.

3. Движение носителей заряда в молекулярных кристаллах.

Виды переноса, модельный гамильтониан. Перенос в модели перескоков. Перенос в зонной модели.

4. Запоминание, хранение и переработка информации на молекулярном уровне.

Создание постоянных запоминающих устройств (ПЗУ) с использованием триплетных состояний органических красителей. Электро- и фотохромизм адсорбированных молекул. Природа электронных процессов, определяющих эти явления. Запись информации на основе эффекта электронно-конформационной перегруппировки. Механизм оптической частотно-селективной записи информации в пленках органических молекул. Способ «выжигания провала».

Выпрямляющий молекулярный элемент. Управляющий элемент резонансного туннельного переноса носителей. Управляющие группировки. Принцип солитонного переключения.

5. Молекулярные кристаллы.

Жидкие кристаллы; нематические, смектические и холестерические мезофазы. Перспективы использования в молекулярной электронике.

6. Основные экспериментальные методы изучения тонких молекулярных слоев.

Малоугловая рентгеновская спектроскопия, электронография, эллипсометрия, генерация второй гармоники, сканирующая туннельная и атомная силовая микроскопия.

7. Пленки Лэнгмюра-Блоджетт (ЛБ).

Методика синтеза пленок ЛБ и их нанесения на поверхность твердого тела. Применения тонких органических пленок в молекулярной электронике. Метод молекулярного наслаивания.

8. Полимеры: структура и электрические свойства.

Биополимеры. Перспективы использования в молекулярной электронике биомембран и иммобилизованных ферментов.

9. Принцип самоорганизации отдельных молекулярных компонентов интегральных схем.

Основные идеи синергетики. Синтез Меррифилда. Самоорганизация поверхностно-активных веществ. Перестройка структуры слоев органических молекул и пленок ЛБ при самоорганизации.

10. Синглетные экситоны. Солитоны.

Поверхностные экситоны. Солитонный механизм передачи энергии и заряда. Электросолитоны и протосолитоны.

11. Электронная проводимость протяженных молекулярных систем.

Внутримолекулярный перенос электронов. Квантовомеханическое резонансное туннелирование. «Одноэлектроника».

12. Электронно-возбужденные молекулы органических красителей на поверхности полупроводников.

Спектральная сенсibilизация различных фотоэффектов в полупроводниках и диэлектриках. Два альтернативных механизма сенсibilизации: перенос энергии и перенос электрона. Фотосенсibilизированная перезарядка различных групп поверхностных состояний в типичных гетероструктурах, используемых в микро- и нанoeлектронике.

13. Электронные спектры поглощения и люминесценции адсорбированных молекул.

Основные пути диссипации энергии возбужденных адсорбированных молекул: процессы в адсорбционной фазе, в твердом теле. Характерные энергетические схемы уровней возбужденных молекул и электронных переходов между ними. Флуоресценция. Колебательная релаксация энергии электронного возбуждения в адсорбционной фазе. Использование этих эффектов для создания селективных полупроводниковых сенсоров для газового анализа.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Синхротронные и нейтронные методы исследований

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 нейрокогнитивных 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. Нейрокогнитивные 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: 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Синхротронные и нейтронные методы исследований

Основы биотехнологии

Цель дисциплины:

- освоение студентами фундаментальных основ современной биотехнологии, основанной на методологиях генетической и метаболической инженерии микроорганизмов, растений, животных и растительных клеток;
- ознакомление с основными достижениями биоэкономики, включая производство из возобновляемого сырья биотоплива, химикатов, биопластиков, терапевтических белков, геномодифицированных растений (ГМО);
- ознакомление с новыми тенденциями в развитии биотехнологии, такими как микробные топливные элементы, биосинтез на основе синтез газа, электробиосинтез.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний в области биотехнологии – дисциплины, интегрирующей достижения современной молекулярной биологии, биоинформатики и химической технологии;
- усвоение принципов создания генно-инженерных организмов с полезными свойствами и осуществление биотехнологических процессов при культивировании микроорганизмов, культур клеток животных и растений;
- получение знаний в области биоэкономики, позволяющих ориентироваться в современных инновационных технологиях использующих живые системы.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные принципы, на которых основано функционирование биотехнологических систем;
- принципы работы биохимических реакторов (ферментёров) при аэробных и анаэробных условиях, микробных топливных элементов, аэро- и метанотенков.

уметь:

- оценивать биотехнологические процессы с экономической и экологической точек зрения.

владеть:

- биохимической терминологией;
- принципами классификации биологических молекул;
- навыками адекватной оценки представленной в литературе информации;
- способностью оценивать результаты, полученные с помощью различных биохимических технологий (полимеразная цепная реакция, электрофорез в полиакриламидном геле, различные виды хроматографии и масспектрометрии).

Темы и разделы курса:

1. Биотехнология охраны окружающей среды.

Метанотенки, азототенки. Биодegradация поллютантов (нефти).

2. Биотопливо.

Биоэтанол I поколения. Целлюлозный этанол. Бутанол и изобутанол. Биодизель.

3. Генная инженерия микроорганизмов, растений, животных. Методы и цели.

Векторы и методы доставки ДНК в клетку. PCR- реакция. Рекомбинация.

4. ГМО растения.

Периодическое и непрерывное культивирование (хемостат). Среды и реакторы. Методы контроля и регуляции роста.

5. Конструирование штаммов – микроорганизмов сверхпродуцентов метаболитов.

Классическая селекция: мутагенез и отбор. Метаболическая инженерия. Редокс-баланс. Стехиометрические модели. Примеры: продуценты аминокислот L-треонина и 1,4-бутандиола.

6. Культивирование микроорганизмов и клеток эукариот.

Периодическое и непрерывное культивирование (хемостат). Среды и реакторы. Методы контроля и регуляции роста.

7. Микробные топливные элементы. Электробиосинтез.

Электрогены. Способы передачи электронов на поверхность клетки. конструкция и эффективность микробных топливных элементов. Примеры электробиосинтеза.

8. Нефотокхимическое восстановление углекислого газа микроорганизмами.

Биохимия процесса. Ацетогены. Рост организмов на синтез-газе. Конструкция реакторов.

9. Определение понятий биотехнология и биоэкономика.

История вопроса. Области применения биотехнологии в сельском хозяйстве, медицине, охране окружающей среды в производстве биотоплива и химикалиев.

10. Развитие биотехнологии в Российской Федерации.

История, современное состояние. Сырьевой ресурсный потенциал.

11. Регенеративная медицина.

Стволовые клетки. Материалы для поддержания клеток: полиэфир; коллаген; хитозан; рекомбинантные белки паутины.

12. Регуляция метаболизма микробной клетки.

Аллостерическое регулирование активности ферментов; репрессия, стабильность РНК, аллармон рrGrp, стрессовый ответ.

13. Рекомбинантные белки, используемые в медицине.

Инсулин, гормон роста, интерфероны, эритропоэтин, факторы свертывания крови. Моноклональные антитела. Продукция в культуре клеток, в растениях и животных.

14. Ферментативные процессы в Биотехнологии.

Гидролазы: α -амилаза, глюкоамилаза, осахаривание крахмала; целлюлозы: осахаривание целлюлозы; протеазы, липазы в стиральных порошках.

15. Химикаты на базе возобновляемого сырья.

Изопрен; молочная, янтарная и итаконовая кислоты. Биополимеры: полигидроксиалконаты: полилактат (PLA), полибутиленсукцинат (PBS).

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Синхротронные и нейтронные методы исследований

Параллельные вычисления

Цель дисциплины:

- обучение студентов теории и практическим навыкам параллельного программирования и решения фундаментальных и прикладных задач науки и техники с помощью современных суперкомпьютерных систем.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний в области теории и практики параллельного программирования для современных компьютерных и суперкомпьютерных систем;
- обучение студентов принципам создания параллельных алгоритмов и программ любого уровня сложности, ориентированных на научно-технические приложения;
- практическое применение студентами полученных знаний при выполнении курсовых и выпускных работ на степень магистра.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- общую постановку проблем компьютерного моделирования в различных областях науки и техники;
- структуру и последовательность вычислительного эксперимента;
- основы теории параллельного программирования и суперкомпьютерных вычислений;
- современные тенденции развития компьютерных и суперкомпьютерных архитектур;
- современные подходы к многопоточному программированию;
- современные подходы к программированию распределённых вычислений;
- современные подходы к разработке больших программ и комплексов для вычислительных систем с гибридной архитектурой;
- современные параллельные методы решения задач линейной алгебры и численного анализа.

уметь:

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты курса: понятия, суждения, умозаключения, законы, тенденции;
- представлять панораму универсальных методов и алгоритмов в области параллельных вычислений;
- работать на современном компьютерном оборудовании, управляемом различными операционными системами;
- абстрагироваться от несущественных влияний программной среды и создавать переносимые параллельные приложения;
- планировать оптимальное проведение вычислительного эксперимента на компьютерных и суперкомпьютерных системах.

владеть:

- математическим моделированием научно-технических задач;
- планированием, постановкой, реализацией и обработкой результатов вычислительного эксперимента;
- навыками самостоятельной работы на современном компьютерном и суперкомпьютерном оборудовании.

Темы и разделы курса:

1. Введение в параллельные вычисления

Устройство обыкновенного компьютера. Методы повышения производительности компьютера. Параллельная обработка данных (пример). Многопроцессорные вычислительные системы и их применение. Проблемы использования МВС. Нарращивание аппаратных средств – исторический пример. Параллельная обработка данных как эффективный метод повышения производительности вычислительных систем. Аппаратные решения, использующие параллелизм. Увеличение интеллектуальности аппаратно-программной среды. Оценка реальной производительности вычислительной системы. Ускорение и эффективность использования параллельной вычислительной системы. Законы Амдала. Примеры. Влияние архитектуры вычислительной системы на эффективность решения задачи. Классификация архитектур вычислительных систем. Особенности современных вычислительных систем. Гибридные архитектуры.

2. Математическое моделирование и параллельные вычисления

Вычислительная и прикладная математика. Методология математического моделирования и параллельные вычисления. Задачи, требующие применения параллельных вычислений. Этапы вычислительного эксперимента применительно к задачам математической физики. Решение алгебраических уравнений. Решение ОДУ.

3. Параллельные алгоритмы решения гиперболических уравнений

Постановка начально-краевой задачи для уравнения переноса. Разностные схемы. Общий случай. Многомерное уравнение переноса. Уравнение колебаний струны. Общий случай. Многомерное уравнение гиперболического типа.

4. Параллельные алгоритмы решения параболических уравнений

Постановка модельной трёхмерной начально-краевой задачи. Методы численного решения уравнения теплопроводности. Параллельные алгоритмы решения уравнения теплопроводности. Результаты тестовых расчетов. Выводы. Постановки начально-краевых задач. Численные методы и параллельная реализация. Проблемы решения реальных задач на суперкомпьютерах. Начально-краевая задача для линейного уравнения теплопроводности в двумерной криволинейной области. Методы конечных объёмов и конечных элементов. Параллельная реализация. Анализ эффективности распараллеливания.

5. Параллельные алгоритмы решения пространственно одномерных задач

Постановки краевых задач. Базовый численный алгоритм. Система алгебраических уравнений и скалярные алгоритмы прогонки. Параллельный алгоритм решения алгебраической задачи. Следствия и обобщения.

6. Параллельные алгоритмы решения спектральных и экстремальных задач

Линейные спектральные задачи в конечномерных пространствах. Обобщенные линейные спектральные задачи в конечномерных пространствах. Нелинейные по спектральному параметру задачи. Спектральные задачи в бесконечномерных пространствах. Постановки задачи. Численные методы решения и их параллельные реализации. Обобщение метода бисекции. Метод кривых Пеано. Метод Монте-Карло.

7. Параллельные алгоритмы решения эллиптических уравнений

Постановка модельной краевой задачи. Численный алгоритм на базе метода конечных разностей. Прямые методы решения линейной алгебраической задачи. Итерационные методы решения линейной алгебраической задачи. Постановка модельной краевой задачи. Численные алгоритмы и их параллельные реализации. Методы решения квазилинейной алгебраической задачи.

8. Принципы разработки параллельных алгоритмов и программ

Параллельные вычисления как взаимодействие последовательных процессов. Виды параллелизма. Примеры. Ускорение и эффективность параллельных алгоритмов. Примеры оценки ускорения и эффективности параллельных алгоритмов. Организация параллельных процессов. Создание нескольких последовательных процессов. Основные способы обмена данными между ними. Синхронизация работы последовательных процессов. Общие разделяемые ресурсы и методы их совместного использования. Языки и средства параллельного программирования. Общие направления разработки параллельных программ. Параллельный алгоритм и структура программы. Каналы связи и топологии обменов. Общая память. Ввод-вывод данных. Компиляция и запуск программ. Отладка и протоколирование. Проблемы балансировки загрузки.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Синхротронные и нейтронные методы исследований

Прикладная аналитика данных

Цель дисциплины:

Целью реализации дисциплины «Прикладная аналитика данных» является формирование/совершенствование компетенций в области сбора, обработки, анализа и визуализации данных.

Задачи дисциплины:

- Сформировать понимание роли аналитика в команде и его инструментов;
- сформировать умение работать в команде и с подрядчиками;
- сформировать умение презентовать результаты;
- сформировать умение работы с основными типами бизнес-метрик;
- сформировать навык по построению метрик;
- сформировать умение расчета Unit экономики;
- сформировать понимание общей организации исследований, сбора и оценки данных для исследования;
- сформировать умение анализа рынка digital-продуктов на открытых данных;
- сформировать умение проведение конкурентного анализа;
- сформировать умение работы с Google Analytics и Яндекс Метрикой;
- сформировать умение составления ТЗ/карты событий;
- сформировать умение работы с Firebase и атрибуцией;
- сформировать умение писать типовые запросы для выборки различных данных;
- сформировать умение создавать корректную структуру базы данных;
- сформировать знание основ программирования на Python;
- сформировать умение применять синтаксис Python для написания простых программ;
- сформировать знание основных инструментов Python для анализа данных;
- сформировать умение применять Python для сбора и обработки данных;
- сформировать умение применять Python для визуализации данных;

- сформировать умение решать практические задачи анализа данных с помощью Python;
- сформировать умение организовывать и проводить А/Б-тестирование;
- сформировать умение делать выводы по результатам А/Б-тестирования;
- сформировать умение применять А/Б-тестирование для решения задач анализа данных;
- сформировать знание основных принципов визуализации данных;
- сформировать умение наглядно представлять результаты анализа данных;
- сформировать умение использовать инструменты визуализации.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- Модель Lean Canvas;
- HADI-циклы;
- основные бизнес-метрики (анализ продуктовых метрик);
- матрицы BCG, ABC, XYZ (организация и проведение исследований);
- SWOT-анализ, матрица McKinsey, PESTELI-анализ, ситуационный анализ (организация и проведение исследований);
- инструмент Google Analytics;
- инструмент Yandex Metrika;
- инструмент Google Tag Manager;
- математические термины и понятия, используемые для анализа данных;
- методы статистического анализа;
- синтаксис языка запросов SQL;
- команды модификации;
- принципы работы представлений, хранимых процедур, триггеров;
- принципы работы оконных функций;
- методы оптимизации SQL-запросов;
- возможности языка Python и его особенности;
- синтаксис Python;
- базовые конструкции языка Python;
- основные библиотеки для работы с данными;
- способы визуализации данных;
- методы сбора обработки данных;

- практики проверки гипотез;
- способы проведения А/Б-теста;
- основные принципы визуализации данных;
- инструменты для визуализации данных.

уметь:

- Работать в команде и с подрядчиками;
- презентовать результаты;
- выбирать и рассчитывать продуктовые метрики и бизнес-метрики при реализации проектов (анализ продуктовых метрик);
- рассчитывать unit-экономику (анализ продуктовых метрик);
- работать в команде;
- строить модели и формулировать гипотезы для улучшения продукта и регулирования процессов анализа продуктовых метрик;
- применять алгоритмы создания запросов в SQL;
- загружать данные из БД с помощью SQL;
- выбрать наиболее оптимальный способ написания SQL-запросов для извлечения данных;
- использовать среду программирования на Python;
- писать простые программы на Python;
- выбирать инструменты для работы с данными в зависимости от условий задачи;
- решать задачи анализа данных с помощью Python;
- наглядно представлять результаты анализа данных;
- анализировать результаты А/Б-теста;
- применять А/Б-тестирование для решения типовых задач;
- выбирать способ визуализации в зависимости от условий задачи;
- наглядно представлять результаты анализа данных.

владеть:

- Методами исследования и анализа рынка;
- инструментами web и app аналитики;
- python для решения задач анализа данных;
- postgresSQL;

- yandex DataLens для визуализации данных.

Темы и разделы курса:

1. Введение в продуктовую аналитику

Роль и место аналитика в продуктовой команде. Основные инструменты аналитика. Работа с командой и подрядчиками. Решение бизнес-задач в команде. Презентация результатов команде.

2. Анализ продуктовых метрик и Unit экономика

Основные типы бизнес-метрик. Навыки построения метрик. Unit-экономика. Декомпозиция метрик и факторный анализ.

3. Организация и проведение исследований

Введение в организацию исследований. Сбор и оценка данных. Анализ рынка digital-продуктов на открытых данных. Сравнение с конкурентами. Способы анализа продукта и продуктовых матриц. Инструменты комплексного анализа рынка. Оценка емкости рынка. Конкурентный анализ. Особенности проведения исследований клиентов.

4. Web и app аналитика

Введение в веб-аналитику/инструменты. Google Analytics и Яндекс Метрика. Введение в app-аналитику/инструменты. Составление ТЗ/карта событий. Firebase и атрибуция.

5. SQL для анализа данных

Введение в SQL. Работа с командами. Функции фильтрации и вычисляемые поля. Функции аналитики. Подзапросы и объединение таблиц. Команды модификации языка DML. Создание и модификации таблиц. Представления и хранимые процедуры. Переменные. Триггеры. Расширенные возможности SQL и основные ограничения. Аналитические функции. Основные особенности PostgreSQL. Оконные функции.

6. Введение в Python

Введение. Типы данных. Условия. Циклы. Модули и пакеты. Коллекции: множества, строки, списки, кортежи. Функции. Словари.

7. Python для автоматизации анализа данных

Библиотека Pandas для работы с данными. Библиотека NumPy. Обработка и визуализация с Matplotlib и Seaborn. Библиотека SciPy.

8. А/Б-тестирование

Введение в А/Б-тесты. Математическая статистика. Параметрические критерии. Непараметрические критерии. А/Б-тестирование для решения типовых задач.

9. Визуализация данных

Основы визуализации. Принципы визуализации. Диаграммы. Прикладные инструменты визуализации.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Синхротронные и нейтронные методы исследований

Программирование на Python

Цель дисциплины:

Целью реализации дисциплины «Программирование на Python» является формирование/совершенствование компетенций в области решения профессиональных задач по программированию с использованием языка Python, применения шаблонов проектирования на Python, работы с Python библиотеками, применения объектно-ориентированного и функционального программирования.

Задачи дисциплины:

- Сформировать умение использовать базовые типы и конструкции языка программирования Python;
- сформировать умение работать со стандартными структурами данных в Python, писать функции на Python, применять функциональные особенности языка, работать с файлами с помощью языка Python;
- сформировать умение применять механизмы наследования, создавать классы и работать с ними, обрабатывать исключения;
- сформировать умение искать и исправлять ошибки в программе на Python, тестировать программы на Python;
- сформировать умение писать многопоточный код на Python, писать асинхронный код на Python, работать с сетью, создать своё серверное сетевое приложение;
- сформировать умение пользоваться структурным программированием, использовать библиотеку unittest;
- сформировать умение создавать корректную иерархию классов, интерпретировать UML-диаграммы, выполнять рефакторинг существующего кода;
- сформировать умение создавать Декоратор класса, создавать адаптер для интерфейса, несовместимого с системой, реализовывать паттерн Наблюдатель;
- сформировать умение создавать цепочку обязанностей, создавать абстрактную фабрику, создавать обработчик YAML файла;
- сформировать умение работать с библиотекой requests;
- сформировать умение работать с регулярными выражениями из Python, выполнять сложный поиск и замену при помощи регулярных выражений;

- сформировать умение извлекать и изменять данные при помощи модуля Beautiful Soup, использовать API для получения данных со сторонних сайтов;
- сформировать умение создавать и изменять базы данных и таблицы в MySQL, получать данные из баз и таблиц в MySQL;
- сформировать умение создавать приложение на Django, работать с Django-шаблонизатором, работать с базой данных при помощи Django ORM;
- сформировать умение отправлять данные из браузера, валидировать данные на клиентской стороне, валидировать данные на серверной стороне, проводить аутентификацию и авторизацию при помощи Django;
- сформировать умение создавать чат-бота на базе Telegram, работать с системой Git, раскладывать проект на облачный хостинг Heroku;
- сформировать умение применять инструменты библиотеки NumPy, применять инструменты библиотеки SciPy, применять инструменты библиотеки Pandas для работы с данными;
- сформировать умение визуализировать данные при помощи инструментов Python, применить на практике инструменты Python для работы со статистическим анализом;
- сформировать умение применять на практике линейную регрессию, применять на практике кросс-валидацию, оценивать качества моделей, обучать на практике ансамблевые модели;
- сформировать умение применять на практике методы кластеризации, применять на практике методы понижения размерности. создавать рекомендательную сеть;
- сформировать умение реализовывать перцептрон, реализовывать свою нейронную сеть.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- Базовые сведения о языке, особенности организации кода на Python;
- стандартные структуры данных в Python;
- механизмы наследования, классы;
- особенности объектно-ориентированной модели в Python;
- процессы и потоки ОС;
- модульное тестирование и его преимущества, методику TDD, её особенностях и преимуществах, контрактное программирование;
- основные парадигмы и принципы ООП, терминологию ООП;
- виды паттернов проектирования, основные паттерны и задачи, которые они решают;
- паттерн Chain of responsibility, паттерн Abstract Factory;
- принципы функционирования современного интернета, основные протоколы в web-взаимодействия;

- причины необходимости сбора данных со сторонних сайтов;
- удобные способы получения данных;
- реляционные базы данных, нереляционные базы данных, инструменты Redis;
- архитектуру web-фреймворков, популярные web-фреймворки в Python, устройство view в Django, основы HTML и CSS;
- понятия аутентификации и авторизации;
- отличия Development и Production;
- базовые понятия математического анализа, базовые понятия линейной алгебры;
- понятия математической статистики.

уметь:

- Использовать базовые типы и конструкции языка;
- работать со стандартными структурами данных в Python, писать функции на Python, применять функциональные особенности языка, работать с файлами с помощью языка Python;
- применять механизмы наследования, создавать классы и работать с ними, обрабатывать исключения;
- искать и исправлять ошибки в программе на Python, тестировать программы на Python;
- писать многопоточный код на Python, писать асинхронный код на Python, работать с сетью, создать своё серверное сетевое приложение;
- создавать корректную иерархию классов, интерпретировать UML-диаграммы, выполнять рефакторинг существующего кода;
- создавать Декоратор класса, создавать адаптер для интерфейса, несовместимого с системой, реализовывать паттерн Наблюдатель;
- создавать цепочку обязанностей, создавать абстрактную фабрику, создавать обработчик YAML файла;
- работать с регулярными выражениями из Python, выполнять сложный поиск и замену при помощи регулярных выражений;
- извлекать и изменять данные при помощи модуля BeautifulSoup, использовать API для получения данных со сторонних сайтов;
- создавать и изменять базы данных и таблицы в MySQL, получать данные из баз и таблиц в MySQL;
- создавать приложение на Django, работать с Django-шаблонизатором, работать с базой данных при помощи Django ORM;
- отправлять данные из браузера, валидировать данные на клиентской стороне, валидировать данные на серверной стороне, проводить аутентификацию и авторизацию при помощи Django;

- создавать чат-бота на базе Telegram, работать с системой Git, раскладывать проект на облачный хостинг Heroku;
- визуализировать данные при помощи инструментов Python, применить на практике инструменты Python для работы со статистическим анализом.

владеть:

- Структурным программированием, библиотекой unittest;
- библиотекой requests;
- Django-шаблонизатором;
- системой Git;
- инструментами библиотеки NumPy, инструментами библиотеки SciPy, инструментами библиотеки Pandas для работы с данными.

Темы и разделы курса:

1. Основы программирования на Python

Основы программирования на Python. Структуры данных и функции. Объектно-ориентированное программирование. Углубленный Python. Многопоточное и асинхронное программирование.

2. Объектно-ориентированное программирование (ООП), графический интерфейс и основы работы с базами данных в Python

Тестирование и отладка программ. Объектно-ориентированное проектирование. Паттерны проектирования. Графический интерфейс.

3. Создание web-приложений в Python

Общее представление о WEB. Сбор данных со сторонних сайтов. Beautiful Soup и работа с API. Хранение данных. SQL / NoSQL. Веб интерфейсы с Django и Bootstrap. Работа с данными пользователя. Дополнительный инструментарий.

4. Анализ данных в Python

Математика и Python для анализа данных. Визуализация данных и статистика.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Синхротронные и нейтронные методы исследований

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: 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Синхротронные и нейтронные методы исследований

Современные средства разработки

Цель дисциплины:

Целью реализации дисциплины «Современные языки программирования»: формирование/совершенствование компетенций студентов в области решения профессиональных задач по программированию с использованием языков Python и 1С, применения основ программирования, в том числе асинхронного, на Python, проектирования программного обеспечения с помощью встроенного языка 1С.

Задачи дисциплины:

- сформировать умение использовать базовые типы и конструкции языка программирования Python;
- сформировать умение работать со стандартными структурами данных в Python, писать функции на Python, применять функциональные особенности языка, работать с файлами с помощью языка Python;
- сформировать умение применять механизмы наследования, создавать классы и работать с ними, обрабатывать исключения;
- сформировать умение искать и исправлять ошибки в программе на Python, тестировать программы на Python;
- сформировать умение писать многопоточный код на Python, писать асинхронный код на Python, работать с сетью, создать своё серверное сетевое приложение;
- изучить основные принципы, подходы и механизмы разработки бизнес-приложений на платформе 1С:Предприятие;
- изучить возможности быстрой кросс-платформенной разработки на платформе 1С:Предприятие;
- изучить возможности создания веб и мобильных приложений на платформе 1С:Предприятие.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- базовые сведения о языке, особенности организации кода на Python;

- стандартные структуры данных в Python;
- механизмы наследования, классы;
- особенности объектно-ориентированной модели в Python;
- процессы и потоки ОС;
- основные принципы, подходы и механизмы разработки бизнес-приложений на платформе 1С:Предприятие;
- возможности быстрой кросс-платформенной разработки на платформе 1С:Предприятие;
- возможности создания веб и мобильных приложений на платформе 1С:Предприятие.

уметь:

- использовать базовые типы и конструкции языка;
- работать со стандартными структурами данных в Python, писать функции на Python, применять функциональные особенности языка, работать с файлами с помощью языка Python;
- применять механизмы наследования, создавать классы и работать с ними, обрабатывать исключения;
- искать и исправлять ошибки в программе на Python, тестировать программы на Python;
- писать многопоточный код на Python, писать асинхронный код на Python, работать с сетью, создать своё серверное сетевое приложение;
- работать в команде;
- создавать кросс-платформенные приложения на платформе 1С:Предприятие;
- разрабатывать веб и мобильные приложения на платформе 1С:Предприятие;
- самостоятельно применяет языки программирования (в т.ч. скрипты) и настраиваемые программные инструменты для автоматизации процессов в профессиональной деятельности.

владеть:

- навыками разработки алгоритмов и программ, пригодных для практического применения;
- навыками освоения методик использования программных средств для решения практических задач;
- навыками написания программного кода с использованием языков программирования, оформления кода в соответствии с установленными требованиями.

Темы и разделы курса:

1. Основы программирования на Python

Основы программирования на Python. Структуры данных и функции. Объектно-ориентированное программирование. Углубленный Python. Многопоточное и асинхронное программирование.

2. Разработка на платформе 1С:Предприятие

Платформенный подход к разработке бизнес-приложений. Основные типы и элементы платформы. Основные механизмы регистрации и хранения показателей. Управляемые формы. Вывод данных. Механизмы интеграции. Механизмы коллаборации и коммуникации

Мобильная платформа. Веб-клиент. Обслуживание и эксплуатация информационной системы.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Синхротронные и нейтронные методы исследований

Супрамолекулярная химия

Цель дисциплины:

- обучить студентов основным принципам инженерии сложных супрамолекулярных структур, как соединений включения, так и частично упорядоченных самоорганизующихся мезоморфных систем, а также сформировать у учащихся целостное понимание мультидисциплинарного характера супрамолекулярной химии, включающей в себя органическую, неорганическую, координационную, коллоидную химию, физику конденсированного состояния, энзимологию, вирусологию и другие разделы современной фундаментальной науки.

Задачи дисциплины:

- формирование общих представлений о мезоморфных системах (трехмерные мицеллярные и биконтинуальные мезофазы, пластические кристаллы, ротационно-кристаллическая мезофазы, кондис-кристаллы, жидкокристаллические мезофазы нематического, смектического, холестерического типа);

- определение взаимосвязи между химической структурой и геометрией молекул с одной стороны, и строением супрамолекулярных агрегатов и фазовым поведением системы – с другой;

- приобретение учащимися специальных знаний об основных методах характеристики мезоморфных систем (дифракционные, оптические и теплофизические методы исследования);

- обучение студентов базовым приемам синтеза соединений включения;

- определение взаимосвязи между химической структурой макроциклических соединений и их селективностью по отношению к тем или иным экзорцепторам (анионы, катионы, нейтральные молекулы, биологически активные компоненты);

- приобретение учащимися представлений об основных областях применения супрамолекулярных систем и мезоморфных состояний.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- предмет и объекты супрамолекулярной химии, современные концепции супрамолекулярной химии;

- процессы молекулярного распознавания, адаптации и преобразования;
- физико-химические основы гомогенного и гетерогенного зародышеобразования;
- структурные особенности основных классов частично-упорядоченных мезофаз (пластические кристаллы, двумерные колончатые, ротационно-кристаллическая фаза, жидкокристаллические нематическая, смектическая, холестерическая мезофазы);
- основы физической неорганической и коллоидной химии, основы общей и органической химии;
- структуру, номенклатуру и физико-химические свойства простейших органических и неорганических соединений: кислот и оснований Льюиса, солей, щелочей; полимеров и сополимеров, дендримеров;
- структуру, номенклатуру и физико-химические свойства комплексных соединений, в том числе построенных по принципу гость-хозяин: сферандов, гемисферандов, криптанов, геликатов, катенанов, ротаксанов;
- структуру, номенклатуру и физико-химические свойства основных классов макроциклических молекул, в том числе, краун-эфиров, циклодекстринов, каликсаренов, фталоцианинов и др.;
- принципы их моделирования, конструирования, создания и изменения структуры различными физико-химическими методами;
- технику безопасности работы в химической лаборатории.

уметь:

- использовать физические законы для выполнения качественных и количественных оценок измеряемых физических и величин;
- пользоваться подходами и методами теории конденсированного состояния вещества;
- устанавливать связь между структурой соединений и их физическими и химическими свойствами.

владеть:

- методами анализа и моделирования физических процессов в системах, в том числе и наноразмерных;
- навыками планирования и ведения самостоятельной работы в научной библиотеке, лаборатории и интернете.
- методиками разработки, моделирования, синтеза, анализа и исследования основных классов супрамолекулярных систем.

Темы и разделы курса:

1. Биохимические аспекты супрамолекулярной самоорганизации. Применения самоорганизации.

Химия и биохимия макроциклических лигандов. Структура липидов. Липидные слои и липидные мембраны. Липосомы. Трехмерные структуры. Полиэлектролиты.

Применения самоорганизации.

Самоорганизующиеся слои для электроники и оптоэлектроники. Молекулярные провода – ионные каналы. Ион-селективные мембраны. Паттернирование для микроконтактной печати. Фотонные кристаллы. Нанопористые материалы. Системы точечной доставки лекарств.

2. Введение и мотивация курса.

Супрамолекулярная химия, как часть научного знания и самостоятельная наука. Работы Ч. Педерсена, Д. Крама, Ж.-М. Лена. Типы составных единиц супрамолекулярных агрегатов. Факторы, влияющие на форму супрамолекулярных агрегатов. Соединения включения и их классификация: кавитанды, клатранды. Молекулярное распознавание. Комплиментарность.

3. Коллоидная химия супрамолекулярных частиц.

Основы коллоидной химии. Уравнение Гиббса. Критическая концентрация мицеллообразования. Взаимодействия между амфифильными молекулами и гидрофобный эффект. Влияние растворителя на структуру супрамолекулярных агрегатов. Самоорганизация дифильных молекул на границе раздела фаз жидкость-воздух (ленгмюровский монослой). Формирование и исследование двумерных пленок дифильных веществ на границе раздела фаз жидкость-воздух в режиме сжатие-растяжение: измерение поверхностного давления и поверхностного потенциала. Визуализация морфологии пленок непосредственно на поверхности воды при помощи брюстеровского микроскопа. Метод Ленгмюра-Блоджетт: одно- и многостадийный перенос моно- или полислоевой пленки, сформированной на поверхности жидкости, на твердую подложку.

4. Координационная химия супрамолекулярных агрегатов.

Комплексообразование, координационные соединения. Лиганды. Координационная теория Вернера. Бинарные смеси – сплавы металлов, полимерные пленки. Постулаты Эрлиха и Фишера. Классификация комплексных соединений: аквакомплексы, анионгалогенаты, катионгалогены, π-комплексы, металлоцены, хелаты.

5. Кристаллохимия объектов супрамолекулярной химии. Рентгеноструктурный анализ.

Упорядоченное состояние. Теория кристаллического поля. Координационное число. Координационный полиэдр. Координационная сфера. Мезоморфное состояние вещества: жидкие кристаллы, пластические кристаллы. Жидкие кристаллы: классификация (нематики, смектики, холестерики), характерные текстуры, Термотропные и лиотропные структуры. Глобулярные кристаллы. Плотнейшие упаковки и кладки. Аперриодические кристаллы. Характерные виды текстур жидких кристаллов. Теория супрамолекулярных жидких кристаллов. Влияние внешних условий на фазовое поведение.

Рентгеноструктурный анализ.

Основы принципы дифракции рентгеновских лучей и нейтронов. Рассеяние объектами с различной упорядоченностью – монокристаллы, одномерно-периодические системы, цилиндрически-симметричные объекты, изотропные системы. Интенсивность как функция Фурье электронной плотности. Асимптотики Гинье и Порода. Функция парных корреляций. Малоугловое рассеяние дисперсными системами – растворы частиц, понятие контраста, монодисперсные и полидисперсные растворы. Восстановление распределения электронной плотности из относительной интенсивности малоугловых рентгеновских рефлексов.

6. Общая и неорганическая химия применительно к объектам супрамолекулярной химии.

Электронное строение атома. Электронные конфигурации, уравнение Шредингера. Квантовые числа: главное, магнитное, спиновое, орбитальное. Электроотрицательность, сродство к электрону. Метод молекулярных орбиталей. Метод валентных связей. Определение химической связи. Понятие валентности и координационного числа. Длина связи, валентный угол, полярность, энергия связи. Гибридизация и определение формы многоатомных частиц. Типы связей, химические и физические связи. Химические двухэлектронные связи: ковалентные (полярная, не полярная донорно-акцепторная), ионная. Химические соединения с дефицитными структурами (ароматические структуры, борводороды). Металлическая связь. Межмолекулярные взаимодействия: электростатическое (ориентационное, индукционное, дисперсионное); донорно-акцепторное взаимодействие. Водородная связь. Типы химической связи в кристаллах: ионные, атомные (ковалентная, металлическая) и молекулярные. Движущие силы самоорганизации. Водородные связи. Ион-дипольные, диполь-дипольные, π - π взаимодействия. Ван-дер-Ваальсовы силы.

7. Супрамолекулярная химия полимеров.

Полимеры. Определение, жесткоцепные и гибкоцепные. Статистическая термодинамика смесей и сплавов полимеров. Смесей кристаллических полимеров, их структура. Смесей из жесткоцепных полимеров. Решеточная модель Флори для термотропных и лиотропных смесей. Фазовая стабильность. Ротационно-кристаллическая фаза в полимерах. Гибкие линейные макромолекулы. Гибкоцепные полимеры с длинными боковыми заместителями. Жесткие макромолекулы с гибкими боковыми заместителями. Дискотики. Секторо- и конусообразные дендроны. Дендримеры – частицы-молекулы. Растворимость и совместимость полимеров. Термодинамические критерии взаиморастворимости. Системы с водородной связью. Блок-сополимеры. Теория фазовых переходов в блок-сополимерах. Термодинамический подход Израилашвили. Обзор моделей SAFT, PRISM, LCT. Случаи сильной и слабой сегрегации. Общая теория Матсена-Бэйтса. Влияние внешних геометрических ограничений на фазовые превращения в блок-сополимерах.

8. Физическая химия супрамолекулярных ансамблей.

Фазовые переходы первого и второго рода. Термостимулированное разделение фаз и фазовая стабильность. Химический потенциал. Энтропия конфигурационная и конформационная. Модель Флори-Хаггинса. Определение температуры стеклования методами дифференциального термического анализа и дифференциальной сканирующей калориметрии. Время релаксации, релаксационные переходы.

9. Химия органических супрамолекулярных соединений.

Взаимодействия типа ключ-замок. Селективность. Краун-эфиры и хиральная селективность. Макроциклические полиамины. Циклодекстрины. Каликсарены – соединения с регулируемой селективностью. Дизайн точек молекулярного распознавания. Лестничные структуры, сетки, решетки. Линейные компоненты супрамолекулярных сеток: гибкие компоненты, жесткие компоненты – основания Шиффа, гибкие триподы. Циклические синтоны, плоские макроциклы – фталоцианины. Динамеры. Ротаксаны. Катенаны и молекулярные капсулы. Дендримеры – частицы-молекулы.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Синхротронные и нейтронные методы исследований

Экспериментальные методы в нейтронной физике

Цель дисциплины:

- научить студента ориентироваться в возможностях различных методов нейтронного рассеяния и дифракции.

Задачи дисциплины:

- показать особенности различных методик применяемых в области исследований конденсированных сред, материаловедения, наук о жизни, технологии, медицины;
- формирование базовых знаний об экспериментальных установках и применяемых на них методиках нейтронного рассеяния.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории и формулы, описывающие рассеяние нейтронов;
- основные методики исследования с использованием нейтронов;
- иметь общее представление об основных тенденциях и направлениях развития исследований с применением нейтронного рассеяния;
- принципы работы современных источников нейтронов;
- принципы работы экспериментальных станций с использованием нейтронов.

уметь:

- применять нейтронные 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 исследований проводимых с использованием нейтронов.

владеть:

- специальной терминологией в области нейтронного рассеяния;
 - методиками построения моделей к описанию свойств синхротронного излучения;
- основными методами применения нейтронного рассеяния.

Темы и разделы курса:

1. Введение.

Основные понятия: строение атома и атомного ядра, история открытия нейтрона, основные свойства нейтрона, возможности использования нейтрона в физических исследованиях, радиоактивность.

Открытие нейтрона. Особенности строения ядра с учётом нейтронографии. Первые реакторы. Современный научный ландшафт. Ионизирующее излучение. Природа нейтронного излучения. Основные направления применения нейтронов.

2. Виды источников нейтронов.

Мировые источники нейтронов. Виды источников нейтронов: - (α, n), (d, n), (p, n) реакции; нейтронные источники на основе испарительно-скалывающей реакции (spallation) и мишеней из тяжелых ядер; реакции (γ, n); ядерные реакторы; замедление нейтронов.

3. Основные современные мегаустановки для исследований с нейтронами.

Реактор ИЛЛ, реактор ПИК, импульсные источники нейтронов SNS, SINQ, ESS, ИБР-2.

4. Нейтронные методы исследований.

Типы экспериментальных установок для исследования метаматериалов: установка малоугловой дифракции нейтронов; установка рефлектометрии поляризованных нейтронов.

5. Метод дифракция нейтронов в применении к исследованию вещества.

Основы дифракция нейтронов. Исследование метаматериалов методом малоугловой дифракции нейтронов. Поляризованные и неполяризованные нейтроны. Особенности исследования магнитных наноструктур. Три вклада в интенсивность нейтронного рассеяния: ядерный, магнитный, ядерно-магнитная интерференция. Примеры.

6. Метод рефлектометрии нейтронов в применении к исследованию вещества.

Исследование пленочных нанокompозитов на основании магнитных, полупроводниковых и диамагнитных метаматериалов методами рефлектометрии нейтронов. Рефлектометрия на немагнитных системах. Примеры.

7. Метод малоуглового рассеяния нейтронов в применении к исследованию вещества.

Принципы МУРН. МУРН на магнитных материалах, биологических объектах и фракталах. Примеры.

8. Метод нейтронной спин-эхо спектроскопии в конденсированных средах.

Интерференция нейтронов. Режим многоволновой интерференции нейтронов с использованием метода спинового эхо. Режимы нейтронного спинового эхо: "классический" и "резонансный". Примеры.

9. Ядерная медицина.

Основные принципы. Производство изотопов для медицинских целей. Протонная терапия.

10. Работа с данными: обработка и интерпретация.

Знакомство с типовыми программами обработки экспериментальных данных.