

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ливанов Дмитрий Викторович
Должность: Ректор
Дата подписания: 14.08.2023 16:45:02
Уникальный программный ключ:
c6d909c49c1d2034fa30156c4a9a51e7272e7e2

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Природоподобные технологии и биомиметический дизайн материалов и систем

Английский язык

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. Культ знаменитости.

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

2. Глобализация экономики.

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

3. 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.

4. 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.

5. Спорт.

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

6. Уроки истории.

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

7. 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.

8. 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.

9. Непреодолимое влечение.

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

10. Средства массовой информации.

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

11. 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»

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: Природоподобные технологии и биомиметический дизайн материалов и систем

Биосовместимые и биоразлагаемые полимерные материалы и композиты

Цель дисциплины:

- освоение студентами базовых представлений в науке о полимерах, видах и свойствах биосовместимых полимеров и материалов, методов получения и тестирования медицинских изделий на основе полимеров.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний о свойствах биосовместимых и биоразлагаемых полимеров, изучение базовых методик для исследования их свойств;
- формирование базовых знаний о свойствах биосовместимых полимерных материалов.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные понятия науки о полимерах;
- свойства различных типов полимерных систем;
- порядки численных величин, характерные для физических свойств полимеров и композитов;
- основные методы применения исследования полимеров;
- теоретические принципы, лежащие в основе предствдений полимерной цепи.

уметь:

- определять молекулярные характеристики, физико-механические, теплофизические свойства полимеров;
- выбирать оптимальные эффективные методы формования различных полимеров и композитов;
- эффективно использовать современные информационные технологии и ресурсы для получения необходимых знаний по интересующей научной проблеме в науке о полимерах.

владеть:

- специальной терминологией в области высокомолекулярных соединений;
- основными методами анализа свойств полимеров и композитов;
- методиками построения моделей к описанию высокомолекулярных соединений.

Темы и разделы курса:

1. Введение.

Основные определения и характеристики в химии высокомолекулярных соединений. Конфигурация и конформация макромолекул. Полимеры: основные определения. Основные типы макромолекул. Виды биоразлагаемых высокомолекулярных соединений (природных и синтетических). Агрегатные и фазовые состояния полимеров. Молекулярно-массовые характеристики. Методы определения молекулярных масс. Размеры и форма макромолекул. Идеальные цепи. Конфигурация и конформация макромолекул.

2. Методы характеристики и исследования полимеров.

Спектральные методы исследования полимеров. Структурные методы исследования полимеров. Микроскопия (оптическая, электронная, акустическая) исследования полимеров. Методы определения молекулярно-массового распределения, молекулярной массы полимеров. Теплофизические методы исследования полимеров.

3. Биосовместимость.

Биосовместимость: как оценивается, как зависит от морфологии материала. Требования к материалам биомедицинского назначения.

4. Коллаген.

Состав и типы коллагенов. Гликозаминогликаны, гликопротеины, функциональные белки. Надмолекулярная структура и микроструктура коллагеновых волокон. Распределение коллагена в тканях. Физико-механические свойства коллагеновых матриц.

5. Системы доставки лекарств.

Дендримеры и сверхразветвленные макромолекулы.

Типы, назначение и размеры носителей лекарственных средств. Липосомы и полиэлектролитные капсулы как основа лекарственной формы: получение, загрузка лекарствами, применение. Наночастицы на основе биоразлагаемых полимеров: получение, загрузка лекарствами, применение. Дендримеры и сверхразветвленные полимеры как основа лекарственной формы: получение, загрузка лекарствами, применение.

6. Полиэлектролиты.

Виды полиэлектролитов. В чем отличия полиэлектролитов от низкомолекулярных электролитов. Кривые титрования полиэлектролитов. Конформация макромолекул полиэлектролитов, полиэлектролитное набухание. Осмотическое давление раствора полиэлектролита. Изоэлектрическая и изоионная точка полиамфолитов.

7. Классификация полисахаридов.

Функции соли сахаридов во внеклеточном матриксе. Биологическая активность полисахаридов. Биоразложение полисахаридов. Физико-химические и свойства полисахаридов.

8. Полигидроксиалканоаты.

Классификация полигидроксиалканоатов. Биосинтез и выделение полигидроксиалканоатов. Биодegradация полигидроксиалканоатов. Физико-механические свойства полигидроксиалканоатов.

9. Полилактиды.

Наночастицы для доставки лекарств.

Классификация полилактонов. Синтез и молекулярная структура полилактонов. Биоразложение полилактонов. Физико-химические и физико-механические свойства полилактонов.

10. Материалы для тканевой инженерии.

Децеллюляризованные матриксы.

Получение, состав и структура децеллюляризованных матриксов. Биосовместимость децеллюляризованных матриксов. Физико-механические свойства децеллюляризованных матриксов. Биодegradация децеллюляризованных матриксов.

11. Биомеханическое поведение материалов для биомедицинских применений.

Биомеханическая совместимость материалов. Особенности механического поведения нативных тканей, децеллюляризованных матриксов. Влияние упругих характеристик матриксов на адгезию, дифференцировку клеточных культур. Механизмы взаимодействия клетки с матриксом. Микромеханические свойства матриксов.

12. Регенеративная медицина и медицинские изделия.

Подходы к созданию функциональных медицинских изделий. Влияние структуры и морфологии на функциональные свойства медицинских изделий.

Концепция регенеративной медицины. Матриксы для регенеративной медицины: натуральные и биоискусственные. Влияние структуры, состава и морфологии на функциональные свойства матриксов для регенеративной медицины. Методы получения матриксов для регенеративной медицины.

13. Тестирование и регистрация медицинских изделий.

Требования, предъявляемые к медицинским изделиям. Классификация медицинских изделий. Порядок и состав доклинических испытаний. Технические испытания медицинских изделий. Клинические испытания. Медицинская техника. Регистрационное досье медицинского изделия. Требования к производственной площадке.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Природоподобные технологии и биомиметический дизайн материалов и систем

Биотехнологии на основе фототрофных микроорганизмов

Цель дисциплины:

- формирование представлений о выделении, принципах культивирования в лабораторных условиях и фотобиореакторах фототрофных микроорганизмов, их возможности в плане практического применения;
- получение студентами базовых знаний о структурном разнообразии биологически активных соединений, синтезируемых биотехнологически значимыми фототрофными микроорганизмами, их классификации, биологической роли в клетке, об особенностях биосинтеза и возможности его регулирования, способах выделения и идентификации коммерчески значимых биологически активных соединений, а также об основных областях их практического и/или коммерческого применения.

Задачи дисциплины:

- дать современное представление о фототрофных микроорганизмах;
- формирование базовых знаний о классификации фототрофных микроорганизмов, их морфологических особенностях, закономерностях роста;
- рассмотреть основные способы культивирования и выделения биомассы;
- показать возможности применения технологий на основе фототрофных микроорганизмов для решения ряда практических задач: очистки стоков, воздуха, получения удобрений, кормов, пищи и пр.;
- формирование базовых знаний о структуре и свойствах коммерчески значимых биологически активных соединений, возможности регулирования их синтеза и накопления в клетках, методах их выделения и анализа, свойствах и областях применения.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные принципы культивирования фототрофных микроорганизмов;

- конструкции фотобиореакторов, их достоинства и недостатки, применение при крупномасштабном культивировании;
- методы выделения и концентрирования биомассы фототрофных микроорганизмов
- практические аспекты применения фототрофных микроорганизмов: очистка воды, воздуха, получение удобрений, кормов, пищи;
- основные структурные типы биологически активных соединений, продуцируемых фототрофными микроорганизмами;
- о локализации и функции биологически активных соединений в организме-продуценте;
- основные методы выделения, анализа и области применения коммерчески значимых биологически активных соединений.

уметь:

- рассчитывать концентрации компонентов при составлении питательных сред;
- подбирать условия культивирования (источники света, рН и т.д.) для различных видов фототрофных микроорганизмов;
- идентифицировать биологически активные соединения на основе спектральных характеристик; определять качественный и количественный состав индивидуальных компонентов в смеси на основе аналитических данных;
- эффективно использовать современные информационные технологии и ресурсы для получения необходимых знаний по интересующей научной проблеме.

владеть:

- специальной научной терминологией и ключевыми понятиями в области микробиологии и биотехнологии фототрофных микроорганизмов;
- теоретическими основами методов выделения фототрофных микроорганизмов из природных источников;
- теоретическими основами методов подсчета клеток, измерения рН, оптической плотности и т.д.
- практическим навыком построения кривых роста фототрофных микроорганизмов;
- практическими навыками расчета содержания биологически активных соединений в биомассе фототрофных микроорганизмов, продуктивности, выхода с единицы среды.

Темы и разделы курса:

1. Биотехнологически значимые фототрофные микроорганизмы.

Фототрофные микроорганизмы: цианобактерии и микроводоросли. Общие понятия. Особенности морфологии и физиологии. Фотосинтез.

2. Биологически активные соединения фототрофных микроорганизмов.

Классификация. Структура. Локализация и функции в клетке. Особенности биосинтеза. Основные свойства и области применения.

3. Основные принципы культивирования фототрофных микроорганизмов.

Методы выделения фототрофных микроорганизмов из природных источников. Используемые химикаты, посуда, оборудование. Температура суспензии. Углеродное питание. Минеральное питание. pH среды. Источники света. Принципиальная схема установки для выращивания фототрофных микроорганизмов.

4. Управляемый биосинтез.

Природные (дикие) и прочие штаммы. Скрининг. Влияние условий культивирования. Компоненты питательных сред. Температура. Освещение.

5. Культивирование фототрофных микроорганизмов в фотобиореакторах.

Преимущества фототрофных микроорганизмов. Материалы, используемые для изготовления фотобиореакторов. Открытые фотобиореакторы и их виды. Закрытые фотобиореакторы и их виды. Достоинства и недостатки различных видов фотобиореакторов. Крупномасштабное культивирование фототрофных микроорганизмов.

6. Методы выделения и концентрирования биомассы фототрофных микроорганизмов.

Первичные методы: флотация, флокуляция, осаждение под действием сил тяжести. Вторичные методы: центрифугирование, фильтрация, прямое высушивание.

7. Переработка биомассы фототрофных микроорганизмов с получением коммерчески значимых биологически активных соединений.

Общие стадии процесса переработки биомассы. Гомогенизация. Экстракция. Концентрирование. Очистка. Аналитические методы контроля. Спектрометрия. Хроматография.

8. Отдельные представители биотехнологически значимых фототрофных микроорганизмов – продуценты коммерчески значимых биологически активных соединений.

Анализ мирового рынка. *Arthrospira*. *Chlorella*. *Dunaliella*. *Haematococcus*. *Nannochloropsis*. Сухая биомасса фототрофных микроорганизмов. Каротиноиды. Хлорофиллы. Липиды. Полиненасыщенные жирные кислоты. Фикобилипротеины.

9. Энергетические аспекты использования фототрофных микроорганизмов.

Получение биотоплива из биомассы фототрофных микроорганизмов: получение биодизеля, получения биоспиртов, получение биоводорода, получения биогаза.

10. Экологические аспекты применения фототрофных микроорганизмов.

Очистка различных сточных вод от соединений азота, фосфора, тяжелых металлов. Очистка воздуха.

11. Использование фототрофных микроорганизмов для получения удобрений, кормов и пищи.

Получение удобрений для сельского хозяйства. Получение кормов для сельскохозяйственных животных и рыбоводческих хозяйств. Получение нутрицевтиков, функционального питания и функциональных добавок из биомассы фототрофных микроорганизмов.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Природоподобные технологии и биомиметический дизайн материалов и систем

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 схемотехнических 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 схемотехнические 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: Природоподобные технологии и биомиметический дизайн материалов и систем

История, философия и методология естествознания

Цель дисциплины:

- 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;
- овладение приемами ведения дискуссии, полемики, диалога.

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 естествознания;
- 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.

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. 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.

2. 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.

3. 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.

4. Методологический инструментарий современной науки. Структура научного знания.

Понятие методологии и ее уровней. Специфика научной деятельности и научного знания. Научное и вненаучное знание. Специализированный язык как средство построения и развития науки. Эмпирический и теоретический уровни познания. Методы и формы познания эмпирического уровня: вычленение и исследование объекта, обработка и систематизация знаний. Методы построения идеализированного объекта и оправдания теоретического знания. Предпосылочные методологические структуры в системе теоретического знания. Научная картина мира и стиль мышления, их методологические

функции в теоретическом познании. Методологическая роль парадигмы и исследовательской программы в теоретическом познании.

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.

6. 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.

7. Наука в системе социальных ценностей. Наука, техника, человек.

Наука как социальный институт: становление науки как социального института и профессиональной деятельности; наука, техника, производство, превращение науки в непосредственную производительную силу; социальный заказ, наука и ее роль в жизни общества. Нормы и ценности науки: нормативно-ценностная система научного сообщества, этос науки; наука и ценности общества. Нравственная и социальная ответственность ученых: объективность дальнейшего развития науки и ответственность ученых за исследования и поиск открытий; социальные силы и ответственность ученого за применение научных знаний. Проблема предела развития науки. Сциентизм и антисциентизм как философские позиции в осмыслении появления глобальных проблем и дегуманизации современного общества и перспектив будущего.

8. Научное знание и познавательная деятельность как социально-историческое явление и элемент культуры.

Проблема социокультурной обусловленности познания в философии науки. Социальность и предпосылочное знание.. Категория ценности в философии науки. Познавательные ценности и «феномен Ньютона» Ценностные ориентации в научном познании и проблема выбора. Интернализм и экстернализм в понимании развития науки. Сущность интерналистской программы: акцентирование внутренних закономерностей и механизмов

функционирования научного знания как основной движущей силы развития науки. Гипотеза ценностной и социальной нейтральности научного знания. Концепция «третьего мира» К. Поппера как теоретическое обоснование интернализма. Сущность экстернализма: утверждение существенной роли социо-культурной детерминации в развитии науки и научного знания. Макро и микро – социокультурная детерминация науки. Понятие «социокультурного фона» как посредствующего звена между наукой и социальной структурой. Критика вульгарного экстернализма. Наука как относительно самостоятельная подсистема общества, органически связанная с другими его подсистемами и культурой как определенной целостностью. Уровни и способы влияния социокультуры на развитие науки и научного знания. Кооперативный («резонансный») характер взаимосвязи науки и культуры в процессе их развития. Философия как важнейшая когнитивная детерминанта динамики научного знания.

9. Онтология науки. Философские аспекты конвергенции технологий: настоящее и будущее. Междисциплинарные основания и парадигмальная интеграция НБИК-комплекса.

«НБИК-конвергенция: стратегемы дифференцированного и синтетического развития нано-био-инфо- и когнитивных технологий». Введение в методологию нбик-исследований: реальность, эксперимент, измерение.

10. Проблема надежности знания. Современное понимание познаваемости мира.

Скептицизм и познаваемость мира. Эпистемологический релятивизм – неотъемлемое свойство научного знания и познавательной деятельности. Проблема релятивизма в современной эпистемологии. Проблема истины в эпистемологии и философии науки.

11. Реальность и ее восприятие. Отношения «человек-природа» от античности до современности.

Реальность и ее восприятие. Отношения «человек-природа» от античности до современности.

12. Революционные изменения в научном знании и познавательной деятельности. Особенности научных революций в естественных науках. Как сочетаются эволюция и революции в истории науки.

Движущие факторы и модели развития науки. Модели развития науки К.Поппера и Т.Куна. Взаимодействие традиций и возникновение нового знания. Научные революции и перестройка оснований науки. Проблема типологии научных революций. Междисциплинарные взаимодействия и «парадигмальные прививки» как фактор революционных преобразований в науке. Социокультурные предпосылки глобальных научных революций. Перестройка оснований науки и изменение смыслов мировоззренческих универсалий культуры. Диалектика преемственности и отрицания в развитии научного знания. Научные революции как точки бифуркации в развитии знания. Нелинейность роста знаний. Селективная роль культурных традиций в выборе стратегий научного развития. Научные революции и типы научной рациональности. Историческая смена типов научной рациональности: классическая, неклассическая, постнеклассическая наука. Проблема объективных критериев прогресса в науке

13. Современная философия познания: основные категории и принципы Структура познавательной деятельности, ее особенности в научном познании.

Значение эпистемологии для научного познания. Идеи герменевтики в современной эпистемологии. Понятие субъекта и объекта научно- познавательной деятельности. Чувственное и логическое познание. Знание, его природа и типология. Знание в его соотношении реальностью, сознанием и типами деятельности. Знание и вера. Новые представления о научной рациональности. Рациональное и иррациональное в научном познании. Интерпретация как научный метод и базовая процедура познания. Конвенция – универсальная процедура познания и коммуникации, ее роль в научном познании.

14. Современные методологии: компьютеризация, системный подход, синергетика, междисциплинарность, конвергенция.

Компьютеризация науки: ее проблемы и следствия. Эпистемология и когнитивная наука. Компьютеризация и формирование нового типа мышления и познавательной деятельности. Системность, синергетика, междисциплинарность и конвергентность – новые парадигмы методологии науки. Синергетика как новая парадигма: самоорганизация, открытые системы, нелинейность. Синергетика – парадигма нелинейности в современной науке. Самоорганизующиеся системы, их основные свойства. Детерминированный хаос. Условия возникновения порядка из хаоса. Бифуркация как необходимый элемент эволюции открытых, неравновесных систем. Методологические возможности синергетики в изучении природных и социальных систем.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Природоподобные технологии и биомиметический дизайн материалов и систем

Клеточная биология в развитии биомедицинских технологий

Цель дисциплины:

- формирование у студентов чёткого представления о комплексе задач, стоящих перед современной биомедициной, и о том, какую роль последние достижения клеточной и молекулярной биологии могут сыграть в дальнейшем развитии биомедицинских технологий;
- получение студентами базовых знаний о существующих методах культивирования различных типов клеток, а также тканевых эквивалентов на их основе, о методах контроля основных клеточных функций, в том числе, посредством изменения генома клеток или воздействия на процесс экспрессии отдельных генов;
- получение студентами представлений о возможности использования клеточных технологий в терапии различных заболеваний человека, в создании лабораторных моделей для фундаментальных исследований, а также для тестирования эффективности и безопасности новых лекарственных препаратов и косметических средств.

Задачи дисциплины:

- дать представление о современных достижениях клеточной и молекулярной биологии;
- дать представление о спектре биотехнологических подходов, используемых в современной биомедицине;
- показать возможности применения клеточных и молекулярных методов в терапии заболеваний человека и в разработке новых лекарственных препаратов.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основы клеточной физиологии и механизмы молекулярного контроля основных клеточных функций: пролиферации, дифференцировки, миграции, апоптоза;
- основы биологии стволовых клеток (включая эмбриональные и соматические), их выделения и работы с ними;
- основные принципы выделения первичных клеток различных типов из органов и тканей человека, а также принципы их культивирования;

- основные принципы получения генно-модифицированных клеток и клонирования;
- перспективы применения клеточных и генных технологий в различных областях медицины, включая регенеративную медицину, трансплантологию, репродуктивную медицину, генную терапию;
- основные принципы тканевой инженерии и существующие подходы к решению проблем создания искусственных аналогов органов и тканей человека.

уметь:

- выделять клетки из тканей человека и животных;
- осуществлять основные манипуляции с клетками, культивировать клетки нескольких различных типов;
- работать со световыми микроскопами (включая инвертированные);
- выделять нуклеиновые кислоты (ДНК и РНК) из клеток и тканей человека и животных;
- готовить препараты для гистологического и иммунофлуоресцентного анализа;
- работать с литературой по различным направлениям биомедицины.

владеть:

- техникой культивирования клеток и тканей человека и лабораторных мышей;
- методами световой и флуоресцентной микроскопии, включая основные гистологические методы;
- методами оценки уровня экспрессии генов (ПЦР) и уровня белков (иммунофлуоресценция и вестерн блот) в клетках и тканях человека.

Темы и разделы курса:

1. Введение.

Вводная: «Клеточные подходы в биомедицинских технологиях – история и перспективы использования в свете современных социальных и технологических вызовов».

2. Принципы ведения культур эукариотических клеток.

Основные принципы ведения культур эукариотических клеток: монослой, сфероиды, тканевые эквиваленты, organ on a chip.

3. Методы оценки клеточного фенотипа.

Методы оценки клеточного фенотипа и Методы анализа экспрессии генов и белков: микроскопия, ПЦР в реальном времени, иммуногистохимия и иммунофлуоресценция, Вестерн блот.

4. Генетические манипуляции с клетками в культуре.

Генетические манипуляции с клетками в культуре: получение трансгенных клеточных линий (подавление или активация отдельных генов). Клонирование, SCNT (Somatic cell nuclear transfer).

Клетки-продуценты (получение матриксов). Генная терапия.

5. Криоконсервация клеток и тканей.

Криоконсервация клеток и тканей, создание и использование банков тканей и трансплантов.

6. Тканевая инженерия.

Тканевая инженерия (возможны отдельные лекции по разным видам тканей):

- искусственная кожа
- искусственный дыхательный эпителий
- искусственные хрящевая и костная ткани
- искусственные межпозвоночные диски
- искусственная кровь
- инженерия нервной ткани

7. ЕКО.

ЕКО (экстракорпоральное оплодотворение) – клиническая эмбриология.

8. Клеточные и генные технологии.

Клеточные модели для тестирования токсичности и эффективности лекарств и косметических средств (Евро-стандарты). Клеточные и генные технологии в лечении рака.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Природоподобные технологии и биомиметический дизайн материалов и систем

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 ТПСП. Количество нейромедиаторов. Синтез нейромедиаторов. Квантовая теория синаптической передачи. Низкомолекулярные медиаторы. Нейропептиды. Растворимые газы. Площадь контакта,

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

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Природоподобные технологии и биомиметический дизайн материалов и систем

Криоэлектронная микроскопия биологических объектов

Цель дисциплины:

- освоение студентами электронно-микроскопических методов исследования структуры белковых макромолекул, вирусов, полимерных, биологических и медицинских материалов. Будут представлены методики подготовки образцов, методы исследований с использованием растровых и просвечивающих криогенных электронных микроскопов, фокусированных ионных пучков, микроскопии в условиях естественной среды, а также новые методы обработки изображений, в частности трехмерную реконструкцию изучаемых объектов.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний о методах определения микроструктуры объектов с использованием криогенной электронной микроскопии, микроскопии в режиме естественной среды;
- формирование базовых знаний о методах подготовки образцов для исследований методами криогенной электронной микроскопии, микроскопии в режиме естественной среды;
- формирование базовых знаний о методах обработки и интерпретации экспериментальных данных, получаемых в процессе исследований.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- устройство просвечивающего криогенного электронного микроскопа;
- условия получения и формирования изображений, влияние дефокусировок, передаточной функции прибора, корректоров сферической аберрации;
- методики подготовки образцов для криогенной электронной микроскопии;
- методики обработки данных для восстановления трехмерных структур изучаемых объектов;
- возможности оценки пространственного разрешения полученных трехмерных реконструкций;

- устройство растровых электронно-ионных микроскопов, включая криогенные;
- возможности определения структуры биоматериалов и полимеров с использованием растровых электронно-ионных микроскопов.

уметь:

- определять структуру белков, вирусов и макромолекул методами одиночных частиц и крио-электронной томографии;
- готовить образцы для исследований методами крио электронной микроскопии;
- использовать фокусированные ионные пучки подготовки образцов и получения трехмерной реконструкции материалов, включая криогенный режим;
- использовать программное обеспечение для восстановления трехмерной структуры материалов, включая полимеры.

владеть:

- специальной терминологией в области электронной микроскопии;
- методиками построения моделей к описанию взаимодействия электронов с веществом;
- основными методами применения криогенной электронной микроскопии и электронной микроскопии в режиме естественной среды.

Темы и разделы курса:

1. Крио-электронная микроскопия.

Передающая функция, дефокусировка, коррекция аберраций, энергетическая фильтрация. Техника малых доз.

2. Подготовка образцов для крио-электронной микроскопии.

Процедуры негативного контрастирования, витрификации, сушки под высоким давлением, приготовления крио-сколов, применения крио-ФИП, криогенной флуоресцентной микроскопии и др.

3. Определение структуры белков, вирусов и макромолекул методом одиночных частиц.

Техника получения изображений, знакомство с основными программными пакетами и вычислительными методами обработки данных для получения трехмерных реконструкций с высоким пространственным разрешением.

4. Крио-электронная томография.

Получение и обработка экспериментальных данных крио-электронной томографии. Суб-томографическое усреднение, знакомство с основными программными пакетами и вычислительными методами, получение трехмерных реконструкций. Применение криогенной растровой электронной микроскопии, крио-ФИП и метода Slice-and-view.

5. Комплементарные методы.

Световая микроскопия, конфокальная микроскопия.

6. Электронная микроскопия в режиме естественной среды.

Подготовка образцов для растровой электронной микроскопии полимеров и биологических объектов. Использование режима естественной среды.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Природоподобные технологии и биомиметический дизайн материалов и систем

Медицинская генетика

Цель дисциплины:

- расширение и углубление знаний учащихся о генетике и наследственности человека на современном этапе ее изучения с точки зрения медицины. Интеграция знаний, достигнутых современной медицинской генетикой, с целью совершенствования методов диагностики, лечения и профилактики заболеваний, укрепления здоровья и улучшения качества жизни населения разных возрастных групп.

Задачи дисциплины:

- формирование у студентов знаний о различных классах наследственных болезней человека, механизмах их развития и характера наследования, клинических проявлениях, особенностях течения, методах диагностики, лечения и профилактики;
- овладение методами изучения наследственности, включая клинико-генеалогический анализ данных семейного анамнеза и определение типа наследования болезни, цитогенетических, биохимических и молекулярно-генетических методов исследования;
- освоение теоретических знаний об организации и функционировании генома человека в норме и при патологии, генетической гетерогенности и клиническом полиморфизме наследственных болезней, ДНК-полиморфизме и его влиянии на индивидуальные особенности организма человека на действие внешних факторов, в том числе и на лекарственные препараты;
- ознакомление с современными возможностями и методами, направленными на выявление наследственной предрасположенности к широко распространенным (мультифакториальным) заболеваниям, с целью разработки лечебно-профилактических мероприятий по предупреждению развития болезни в рамках предиктивной персонализированной медицины;
- ознакомление с нравственно-этическими и правовыми нормами оказания медико-генетической помощи населению.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

– современные достижения и перспективы развития геномики как науки;

- историю исследований генетики человека;
- основные методы изучения генетики человека (цитогенетический метод, клинико-генеалогический метод, близнецовый метод);
- типы наследования признаков у человека;
- современные достижения в области медицинской генетики по расшифровке генома человека и анализу ДНК-полиморфизма;
- достижения в области медицинских биотехнологий, направленных на улучшение качества диагностики, лечения и профилактики болезней человека;
- генетические основы, определяющие индивидуальные различия между людьми в отношении реакции на внешние факторы (генетический полиморфизм);
- этиологию и патогенез наиболее распространенных форм наследственных болезней;
- этиологию, патогенез и клинические проявления наследственных болезней обмена веществ;
- биохимические методы лабораторной диагностики наследственной патологии;
- эпидемиологические и медико-социальные проблемы распространенности наследственных и врожденных заболеваний;
- роль генетических и средовых факторов в формировании различных классов болезней человека;
- современные представления о грузе наследственной патологии в медицинском и социальном аспектах;
- принципы и подходы к лечению и профилактике наследственных болезней, фармакогенетические подходы к лечению болезней человека.

уметь:

- составлять и анализировать родословную;
- использовать клинико-генеалогический метод для диагностики наследственной патологии, установления типа наследования болезни;
- решать генетические задачи;
- оценивать и анализировать эпидемиологические данные по распространенности наследственных и врожденных заболеваний в различных популяциях;
- давать оценку вклада генетических и средовых факторов в развитии различных классов болезней человека;
- трактовать результаты генетического тестирования предрасположенности к распространенным заболеваниям;
- трактовать результаты фармакогенетических исследований при индивидуализации и оптимизации лекарственной терапии к распространенным заболеваниям;
- пользоваться программами статистической обработки научно-медицинской информации;

- анализировать и интерпретировать результаты отечественных и зарубежных генетических исследований;
- использовать современные генетические ресурсы сети Интернет.

владеть:

- методологией по использованию современных достижений медицинской генетики для улучшения здоровья населения, качества оказания медицинской помощи и профилактики наследственных и врожденных заболеваний;
- современными классификациями наследственных болезней человека;
- методологией оценки ДНК-полиморфизма в геноме человека и интерпретации результатов генетического тестирования пациентов;
- методологией расчета генетического риска развития наследственных болезней исходя из типов их наследования;
- генетической терминологией.

Темы и разделы курса:

1. Болезни с наследственной предрасположенностью. Профилактика наследственной. Патологии.

Общая характеристика болезней с наследственным предрасположением (мультифакториальных болезней). Подходы к изучению наследственной предрасположенности к болезням человека. Доказательства роли наследственных факторов в развитии мультифакториальных болезней. Генетическая гетерогенность генных болезней. Моногенные и полигенные формы наследственной предрасположенности. Наследственно обусловленные патологические реакции на действие внешних факторов. Экогенетическая генетика и фармакогенетика – основные понятия и значение для медицины. Принципы лечения наследственных болезней. Этиотропное лечение: клеточная и генная терапия. Генетические основы профилактики наследственной патологии. Медико-генетическое консультирование. Характеристика методов пренатальной диагностики. Методы массовой просеивающей диагностики (скрининги) наследственных болезней. Этические вопросы медицинской генетики.

2. Генные болезни.

Этиология генных болезней. Патогенез генных болезней на молекулярном, клеточном, органном и организменном уровнях. Разновидности генных мутаций и их фенотипические проявления. Классификации генных болезней. Общая характеристика генных болезней. Понятие о генетической гетерогенности и клиническом полиморфизме генных болезней. Клиника и генетика некоторых генных болезней (фенилкетонурия, галактоземия, муковисцидоз, синдром Марфана, гомоцистинурия, синдром Элерса–Данлоса, нейрофиброматоз). Методы клинической и лабораторной диагностики генных болезней.

3. Методы исследований медицинской генетики. Наследственность и патология.

Методы исследований медицинской генетики. Наследственность и патология.

Предмет и задачи медицинской генетики. Современные представления об организации и функционировании генома человека. Генетический полиморфизм. Характеристика методов медицинской генетики (клинико-генеалогический метод, популяционно-статистический метод, цитогенетические методы, биохимические методы, молекулярно-генетические методы). Роль наследственных и средовых факторов в формировании патологических процессов. Изменчивость наследственных признаков как основа патологии. Мутации как этиологический фактор наследственных болезней. Связь наследственности с патогенезом, клинической картиной и исходом болезней. Клиническая и генетическая классификации наследственных болезней. Генетические основы гомеостаза. Значение генетики для медицины.

4. Семиотика и диагностика наследственной патологии.

Особенности клинических проявлений наследственной патологии. Общие принципы клинической диагностики наследственных болезней. Врожденные пороки развития. Генетические механизмы эмбрионального развития. Классификация и этиология врожденных пороков. Признаки дисморфогенеза в диагностике наследственной и врожденной патологии. Клинико-генеалогический метод в диагностике наследственных болезней. Синдромологический подход к диагностике наследственных болезней. Генеалогический анализ различных типов наследования. Параклинические исследования в клинической генетике. Лабораторная диагностика наследственных болезней. Компьютерные программы диагностики наследственных болезней.

5. Хромосомные болезни.

Этиология и патогенез хромосомных болезней. Факторы повышенного риска рождения детей с хромосомными болезнями. Эффекты хромосомных аномалий в онтогенезе. Врожденные пороки развития. Классификация и характеристика геномных и хромосомных мутаций. Общая характеристика хромосомных болезней. Клинико-цитогенетические характеристики наиболее распространенных хромосомных болезней (Синдром Дауна, синдром Патау, синдром Эдвардса, синдром Шерешевского–Тернера, синдром Клайнфелтера, Синдром дисомии по Y-хромосоме, полисомии по половым хромосомам).

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Природоподобные технологии и биомиметический дизайн материалов и систем

Метаболическая инженерия и геномное редактирование

Цель дисциплины:

- изучение студентами основ метаболической инженерии и технологий геномного редактирования.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний о принципах, методах и подходах метаболической инженерии;

- формирование базовых знаний об основных технологиях геномного редактирования, их возможностях и области применения.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные принципы, методы и подходы, используемые при конструировании микробных штаммов-продуцентов ферментов и метаболитов.

- основные реакции энергетического обмена и биосинтеза у бактерий;

- основные микробные платформы, используемые для конструирования рекомбинантных штаммов-продуцентов;

- основные технологии геномного редактирования;

- функции, механизм и область применения системы CRISPR-Cas.

уметь:

- производить выбор микробной платформы для синтеза целевого продукта;

- применять основные принципы направленной модификации метаболических путей для поиска оптимального пути синтеза целевого продукта;

- производить выбор генно-инженерного инструментария для конструирования штамма-продуцента;

- эффективно использовать современные информационные технологии и ресурсы для получения необходимых знаний по интересующей научной проблеме.

владеть:

- специальной терминологией в области метаболической инженерии и геномного редактирования;
- представлениями о методах генной инженерии, микробиологии, биохимии, биоинформатики, используемых для конструирования штаммов-продуцентов;
- представлениями о способах модификации уровня экспрессии генов.

Темы и разделы курса:

1. Метаболическая инженерия: возможности, области применения и современные тенденции.

Клеточные «фабрики» - промышленное использование микробных штаммов для производства ферментов и метаболитов. Метаболическая инженерия - инструмент для получения микробов с заданными свойствами. Области применения и перспективы метаболической инженерии. Основные принципы направленной модификации метаболических путей: смещение равновесия и повышение скорости реакции (необратимые реакции, транспорт, сопряженные реакции, удельная активность и сродство ферментов к субстрату); модификация метаболических путей (транспорт субстрата в клетку, синтез предшественников, боковые пути синтеза, синтез кофакторов, транспорт продукта, неэкономные пути и футильные циклы). Поиск лимитирующей стадии. Поиск оптимального пути синтеза. Проточные и статические концентрации. Метабономика и потоки.

2. Разнообразие метаболизма микроорганизмов, используемых в биотехнологии.

Биохимический состав клетки. Пластический и энергетический обмен. Баланс углерода, энергии и восстановительного потенциала. Типы брожения и дыхания у основных промышленно-важных микроорганизмов.

3. Бактерии, дрожжи и грибы – основные микробные платформы метаболической инженерии; стратегии создания рекомбинантных штаммов.

Характеристика основных микробных платформ, их преимущества и недостатки. Принципы поиска и отбора генов-мишеней в геноме штамма-хозяина. Прямой отбор: по прототрофности, утилизации различных источников, устойчивости к целевому продукту, токсичным соединениям или антиметаболитам. Селекция и контрселекция. Косвенный отбор: по фенотипу, репортеру, тесту на активность. Поиск генов по базам данных, по комплементации неизвестной мутации, на основе N-концевой последовательности очищенного белка, по консервативной последовательности, на основе инсерционного мутагенеза, профиля транскрипции, протеома, путем секвенирования штамма. Протеомика. Геномика. Современные методы секвенирования. Транскриптомика. RT-PCR. Интерактомика. Основные этапы направленной модификации метаболизма микроорганизмов: выбор целевого продукта, выбор штамма-хозяина и генно-инженерного инструментария, анализ генома и «омикс»-данных, рациональный дизайн эксперимента,

модификация метаболических путей, ферментативный процесс. Выращивание продуцентов в биореакторах: основные показатели, методики и особенности.

4. Модификация свойств ферментов и частные примеры метаболической инженерии: конструирование штаммов-продуцентов ферментов, витаминов, оргкислот и спиртов, аминокислот, биополимеров.

Модификация свойств ферментов: активация и инактивация, изменение субстратной специфичности оптимумов активности и термостабильности. Гомологичное моделирование пространственной структуры фермента. Сайт-направленный мутагенез на основе 3D-структуры белка и выравнивания. Конструирование химерных ферментов и шаффлинг библиотек. Конструирование штаммов для прямого отбора и скрининга по фенотипу. Направленная эволюция и селекция в ферментере. Использование платформы *Pichia pastoris* для гетерологичного синтеза промышленных ферментов. Конструирование штаммов-продуцентов рибофлавина на основе *Bacillus subtilis*. Конструирование микробных штаммов-продуцентов органических кислот и спиртов. Использование методов и подходов метаболической инженерии для разработки штаммов-продуцентов аминокислот. Создание продуцентов высокомолекулярных биополимеров.

5. Технологии геномного редактирования и их возможности.

Использование технологий геномного редактирования: достижения и перспективы. Геномное редактирование прокариот и эукариот. Сайт-направленный мутагенез, гомологичная рекомбинация, TALENs и ZFN нуклеазы для генной инженерии эукариот. CRISPR-Cas9 система. Геномное редактирование в метаболической инженерии. Модификация уровня экспрессии генов. Снижение экспрессии генов: нулевые и лики-мутации, делеции, репрессия, антисмысловой нокдаун. Повышение экспрессии генов: плазмидная амплификация, интегративная амплификация, замена промотора, «эффект положения», инактивация репрессора, замена сайта связывания рибосом, оптимизация кодонов, регуляция на уровне фермента и другие уровни регуляции. Температурочувствительные и ауксотрофные мутации. Транскрипционный и трансляционный фьюжн как инструменты отслеживания экспрессии. Конститутивные и регулируемые промоторы. Токсичный эффект при сверхэкспрессии. Методы работы с токсичными генами: тонкий тюнинг промоторов, промоторы с искусственной регуляцией. Определение уровня экспрессии фермента в трансформированном штамме. Подбор оптимальных условий для выработки фермента, методы сохранения трансформированных штаммов.

6. Примеры технологий геномного редактирования бактерий.

Использование механизмов гомологичной рекомбинации для направленного редактирования геномов. Редактирование генома *E. coli* с помощью системы рекомбинации Lambda Red. Ключевые компоненты системы рекомбинации на основе Red-системы фага Lambda. Получение делеций и инсерций в хромосоме *E. coli* с помощью Red-системы фага Lambda. Современные методы генетического конструирования промышленных штаммов на основе бактерий рода *Bacillus*. Методы переноса генетического материала в клетки бацилл. Векторы для бацилл. Методы генетического конструирования штаммов бацилл.

7. Прокариотические антивирусные системы CRISPR-Cas. Разработка методов редактирования геномов бактерий с помощью CRISPR-Cas.

CRISPR-Cas — система адаптивного иммунитета бактерий и архей. Функция и механизм работы. Разнообразие и эволюция систем CRISPR-Cas. Спектр применений CRISPR-Cas и ее модификаций. Разработка методов редактирования геномов бактерий с помощью CRISPR-Cas на примере бацилл. Использование CRISPR для конструирования новых метаболических путей и осуществления направленной эволюции биомолекул.

8. Геномное редактирование и биобезопасность.

Группы опасности микроорганизмов. Возможные неблагоприятные воздействия ГМ-микроорганизмов на здоровье человека, методы их оценки и способы предупреждения. Оценка риска, обусловленного возможностью горизонтального переноса маркерных генов устойчивости к антибиотикам к микроорганизмам пищеварительного тракта человека и животных. Риски, связанные с высвобождением и распространением ГМО в окружающей среде. Биологическая защита. Документы регламентирующие биобезопасность.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Природоподобные технологии и биомиметический дизайн материалов и систем

Молекулярная биология

Цель дисциплины:

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

Задачи дисциплины:

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

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

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

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

уметь:

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

владеть:

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

Темы и разделы курса:

1. Биосинтез белка. Рибосомы.

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

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

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

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

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

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

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

2. Введение. Основы строения и функционирования живых организмов.

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

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

3. Процессы репарации генетических повреждений.

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

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

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

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

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

4. Регуляция транскрипции у прокариот. Бактериофаги.

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

5. Репликация ДНК.

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

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

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

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

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

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

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

6. Созревание мРНК в клетках эукариот. Сплайсинг.

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

7. Строение и свойства нуклеиновых кислот.

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

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

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

Центральная догма молекулярной биологии.

8. Структура и функции транспортных РНК. Генетический код.

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

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

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

9. Транскрипция у прокариот.

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

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Природоподобные технологии и биомиметический дизайн материалов и систем

Нейрокогнитивные технологии

Цель дисциплины:

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

Задачи дисциплины:

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

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

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

уметь:

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

владеть:

- основами компьютерного анализа в области нейрокогнитивных технологий;

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

Темы и разделы курса:

1. Нейрогибридные и нейроинтеллектуальные системы.

Модели нейрональных культур.

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

Обучение с подкреплением.

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

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

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

Предикторные сети.

Принципы предикторных сетей. Модель целенаправленного адаптивного поведения.

Искусственный интеллект.

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

2. Нейрокognитивные технологии на основе оптогенетики.

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

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

Способы управления активностью нейронов.

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

3. Основы нейрокомпьютерных интерфейсов.

Неинвазивные нейроинтерфейсы.

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

Нейроинтерфейсы клеточного уровня.

Регистрация активности отдельных нейронов. Виды активности. Принципы нейроинтерфейсов.

Трансгенные животные для нейрокognитивных 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: Природоподобные технологии и биомиметический дизайн материалов и систем

Основы машинного и глубокого обучения

Цель дисциплины:

- совершенствование компетенций студентов в области решения профессиональных задач по машинному и глубокому обучению.

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:

- условия применения линейных моделей;

- основные подходы градиентной оптимизации;
- формальную постановку задачи машинного обучения с учителем;
- формальную постановку задачи линейной классификации;
- основные архитектуры;
- основные понятия линейной алгебры;
- основные понятия теории вероятностей;
- основные нелинейные функции активации;
- специфические свойства деревьев;
- формальную постановку задачи обработки естественного языка;
- интерфейс SK-learn;
- основные техники регуляризации в глубоком обучении;
- понятия Padding, Strides, Pooling;
- основные понятия машинного обучения;
- наивный Байесовский классификатор;
- линейные модели машинного обучения;
- какие функции потерь применимы для задачи классификации;
- теорему Байеса;
- теорему Гаусса-Маркова;
- теорему Экарта-Янга;
- принципы организации кода;
- понятия коллекций и функций в Python;
- назначение функций в языках программирования;
- сетевые термины (сокеты, клиент, сервер);
- базовые типы и конструкции Python;
- роль коллекций и функций в программировании на Python;
- принцип работы клиент-серверной архитектуры;
- понятия классов и объектов в Python, понимает их взаимосвязь;
- понятие наследования;
- механизмы наследования и его роль в программировании на Python;
- библиотеки Python для обработки данных;
- где находится каталог библиотек;
- понятия тестирования и отладки;

- способы синхронизации потоков;
- особенности работы с глобальным шлюзом GIL;
- несколько встроенных функций языка Python;
- понятие особых методов классов;
- роль особых классов в программировании на Python;
- принцип работы асинхронного взаимодействия;
- особенности объектно-ориентированной модели в Python;
- механизм формирования исключений;
- конструкции языка Python для создания потоков;
- примеры асинхронного программирования;
- принцип работы системы Git;
- понятия процессов и потоков,

уметь:

- выполнять практические задачи и проекты в команде;
- решать задачи классификации и регрессии методом ближайших соседей;
- находить производную функции, экстремумы и выпуклости функции, градиент;
- производить оптимизацию гладких функций и условную оптимизацию;
- улучшать качество предсказаний с помощью основных и продвинутых техник ансамблирования;
- находить вероятность и условную вероятность;
- оценивать качество модели для решения задачи классификации;
- выполнять базовые операции с векторами и матрицами;
- решать задачи линейной регрессии;
- производить матричное разложение SVD;
- решать задачи бинарной и мультиклассовой классификации;
- строить модель с регуляризацией в PyTorch;
- работать с векторами и матрицами с помощью NumPy;
- снижать размерность признакового пространства;
- оценивать подвыборку с помощью критерия мисклассификации, энтропийного критерия и критерия Джинни;
- предобрабатывать текстовые данные и извлекать из них признаки;

- загружать данные с помощью Pandas;
- реализовывать ML-pipeline;
- строить дерево решений;
- оценивать значимость признаков с помощью подходов Information gain, LIME, Shar;
- решать практические задачи с помощью наивного Байесовского классификатора;
- производить научные вычисления с помощью SciPy;
- строить графики с Matplotlib;
- реализовывать логистическую регрессию с помощью PyTorch;
- решать задачи классификации и регрессии с помощью решающих деревьев;
- реализовывать градиентный бустинг с помощью CatBoost;
- описывать линейные и нелинейные зависимости с помощью нейросетей;
- строить простейшую нейросеть на PyTorch;
- строить рекуррентную нейронную сеть;
- бороться с проблемой затухающихся градиентов и проблемой взрывающихся градиентов;
- применять сверточные слои для обработки изображений;
- решать задачи классификации и регрессии с помощью градиентного бустинга;
- строить модели с помощью LSTM и GRU;
- бороться с переобучением нейросети с помощью регуляризации;
- строить информативные векторные представления слов;
- использовать базовые типы и конструкции Python для написания простых программ;
- сопоставить и выбрать необходимую структуру данных для конкретной практической задачи;
- составить иерархию классов и описать их методы для конкретной практической задачи;
- выделять в задаче на естественном языке необходимость применения многопоточности;
- выделять в задаче на естественном языке необходимость применения базовых конструкций языка;
- определить и спроектировать необходимые классы и методы классов для конкретной предметной области;
- создать программу, использующую несколько потоков, для конкретной практической задачи;
- написать простой код на Python;

- написать собственную функцию на языке Python;
- использовать магические методы в написании собственных программ на Python;
- писать многопоточных код на Python;
- создать программу по описанию задачи на естественном языке с использованием коллекций языка Python;
- использовать конструкции для генерации исключений на Python;
- установить интерпретатор Python себе на компьютер;
- установить среду разработки PyCharm;
- читать и записывать данные из файла;
- устанавливать внешние библиотеки в Python;
- использовать Git для отслеживания истории изменений версий кода;
- протестировать код на Python;
- вручную создавать или устанавливать библиотеки;
- проанализировать код на Python и исправить ошибки в программе;
- использовать возможности библиотеки asyncio для реализации асинхронности;
- использовать коллекции и функции для написания программ на Python;
- создавать классы и использовать методы классов;
- создавать программу для обработки исключений на Python в условиях конкретной практической задачи;
- писать код для асинхронных приложений на Python;
- вызывать и получать результат выполнения встроенных функций Python;
- создать программу по описанию задачи на естественном языке с использованием функций языка Python;
- написать программу на Python с применением библиотек для конкретной практической задачи;
- использовать основные функции и методы Python для написания собственных клиентских и серверных приложений;
- определять, требуется ли в приложении многопоточность.

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

1. Введение в программирование на Python:

Лекция

Вводное видео к курсу

Введение в программирование на Python

О языке Python

Установка интерпретатора Python на Windows

Установка интерпретатора Python на Linux

Работа в IDE PyCharm. Первая программа

Введение в Python

Ввод и вывод данных

Примеры простейших программ

Итоги занятия

Практическая работа

Выполнение заданий на программирование по теме лекции

Самостоятельная работа

Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции, изучение дополнительных материалов, тестирование

2. Типы данных. Конструкции языка:

Лекция

Вводное видео

Числовые типы, операции

Строковый тип данных

Логический тип данных

Условный оператор

Инструкция if-elif-else

Цикл while

Цикл for

Оператор continue

Оператор break

Практическая работа

Выполнение заданий на программирование по теме лекции

Самостоятельная работа

Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции, изучение дополнительных материалов, тестирование

3. Коллекции:

Лекция

Понятие структуры данных

Множества

Индексация строки (прямая, обратная)

Строка, срезы строк

Списки

Срезы списков

Кортежи

Словари

Практическая работа

Выполнение заданий на программирование по теме лекции

Самостоятельная работа

Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции, изучение дополнительных материалов, тестирование

4. Функции. Работа с файлами:

Лекция

Именные функции, инструкция def

Функции, Аргументы функции

Лямбда-функция

Функция как аргумент. Декораторы

Исключения в python. Конструкция try – except

Работа с файлами: чтение из файла

Работа с файлами: запись в файл

Правила записи кода, PEP8

Практическая работа

Выполнение заданий на программирование по теме лекции

Самостоятельная работа

Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции, изучение дополнительных материалов, тестирование

5. Классы и объекты:

Лекция

Введение в объектно-ориентированное программирование

Классы и экземпляры классов

Методы

Пример на классы (инкапсуляция, полиморфизм)

Практическая работа

Выполнение заданий на программирование по теме лекции

Самостоятельная работа

Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции, изучение дополнительных материалов, тестирование

6. Наследование:

Лекция

Наследование в Python

Композиция классов, пример

Пример использования наследования

Практическая работа

Выполнение заданий на программирование по теме лекции

Самостоятельная работа

Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции, изучение дополнительных материалов, тестирование

7. Особые методы классов. Механизм работы классов:

Лекция

Особые методы классов. Механизм работы классов

Магические (специальные) методы

Перегрузка операторов

Итераторы

Контекстные менеджеры

Дескрипторы

Практическая работа

Выполнение заданий на программирование по теме лекции

Самостоятельная работа

Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции, изучение дополнительных материалов, тестирование

8. Работа с ошибками.

Лекция

Классы исключений и их обработка

Генерация исключений

Исключения в requests, пример

Практическая работа

Выполнение заданий на программирование по теме лекции

Самостоятельная работа

Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции, изучение дополнительных материалов, тестирование

9. Установка внешних библиотек. Работа с Git.

Лекция

Подключение модуля из стандартной библиотеки

Установка внешних библиотек Python

Использование псевдонимов. Инструкция from

Создание своего модуля на Python

Установка python-пакетов с помощью pip

Отладка

Тестирование

Git, работа с распределёнными системами управления версиями

Практическая работа

Выполнение заданий на программирование по теме лекции

Самостоятельная работа

Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции, изучение дополнительных материалов, тестирование

10. Процессы и потоки.

Лекция

Процессы и потоки

Процесс и его характеристики

Создание процессов

Создание потоков

Синхронизация потоков

Использование потоков threading

Многопроцессорная обработка multiprocessing

Практическая работа

Выполнение заданий на программирование по теме лекции

Самостоятельная работа

Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции, изучение дополнительных материалов, тестирование

11. Работа с сетью. Сокеты.

Лекция

Работа с сетью, сокеты

Сокеты, программа клиент-сервер

Таймауты и обработка сетевых ошибок

Одновременная обработка нескольких соединений

Практическая работа

Выполнение заданий на программирование по теме лекции

Самостоятельная работа

Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции, изучение дополнительных материалов, тестирование

12. Асинхронное программирование.

Лекция

Асинхронное программирование

Обработка запросов в один поток, модуль select

Итераторы и генераторы, в чем разница?

Генераторы и сопрограммы

Практическая работа

Выполнение заданий на программирование по теме лекции

Самостоятельная работа

Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции, изучение дополнительных материалов, тестирование

13. Зачет

2. Основы машинного обучения

1. Модуль 1. Математические основы машинного обучения

1.1. Линейная алгебра. Библиотека NumPy

Лекция

Цели и план занятия

Введение. Сферы применения машинного обучения

Векторы. Основные операции над векторами

Матрицы. Основные операции над матрицами

Инструкция по настройке локальной машины

Библиотека NumPy. Линейная алгебра в NumPy

Практическая работа

Выполнение задания на программирование

Самостоятельная работа

Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции, изучение дополнительных материалов.

1.2. Метод ближайших соседей

Лекция

Цели и план занятия

Основные понятия машинного обучения

Формальная задача

Метод k ближайших соседей

Реализация kNN в Python

Практическая работа

Выполнение задания на программирование

Самостоятельная работа

Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции, изучение дополнительных материалов.

1.3. Случайность. Наивный Байесовский классификатор

Лекция

Цели и план занятия

Вероятность. Свойства вероятности

Условная вероятность. Теорема Байеса

Наивный Байесовский классификатор

Реализация наивного байесовского классификатора

Эмпирические функции распределения

Практическая работа

Выполнение задачи на программирование по теме урока, тестирование

Самостоятельная работа

Самостоятельное выполнение заданий по теме урока, изучение дополнительных материалов

1.4. Оптимизация

Лекция

Цели и план занятия

Производная и ее применения

Градиентная оптимизация

Условная оптимизация

Решение задачи оптимизации градиентными методами

Практическая работа

Выполнение заданий по теме лекции

Самостоятельная работа

Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции, изучение дополнительных материалов

1.5. Задача регрессии. Линейная регрессия

Лекция

Цели и план занятия

Линейные модели машинного обучения

Линейная регрессия

Теорема Гаусса-Маркова

L1 и L2 регуляризация

Решение линейной регрессии и анализ устойчивости решения

Практическая работа

Выполнение задачи на программирование по теме урока, тестирование

Самостоятельная работа

Самостоятельное выполнение заданий по теме урока, изучение дополнительных материалов

1.6. Обработка и визуализация данных. Матричные разложения

Лекция

Цели и план занятия

Задача снижения размерности

Метод главных компонент

Визуализация в Python на примере векторных представлений слов

Практическая работа

Выполнение задачи на программирование по теме урока, тестирование

Самостоятельная работа

Самостоятельное выполнение заданий по теме урока, изучение дополнительных материалов

1.7. Задача классификации. Логистическая регрессия

Лекция

Цели и план занятия

Задача линейной классификации

Правдоподобие

Логистическая регрессия

Мультиклассовая классификация

Метрики классификации

Базовое введение в PyTorch

Практическая работа

Выполнение задачи на программирование по теме урока

Самостоятельная работа

Самостоятельное выполнение заданий по теме урока, изучение дополнительных материалов

2. Модуль 2. Машинное обучение

2.1. Метод опорных векторов. Оценка качества классификации. Методы кросс-валидации

Лекция

Цели и план занятия

Метод опорных векторов

Нелинейный метод опорных векторов

Оценка качества классификации

Методы кросс-валидации

Cross-validation riddle

Практическая работа

Выполнение задачи на программирование по теме урока, тестирование

Самостоятельная работа

Самостоятельное выполнение заданий по теме урока, изучение дополнительных материалов

2.2. Решающие деревья и техники ансамблирования

Лекция

Цели и план занятия

Решающие деревья

Процедура построения дерева решений

Критерии информативности: Энтропия

Критерий Джини

Критерии в задаче регрессии. Усечение деревьев

Специфические свойства деревьев

Практическая работа

Выполнение заданий по теме лекции

Самостоятельная работа

Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции, изучение дополнительных материалов

2.3. Seaborn и практика по деревьям

Лекция

Цели и план занятия

Seaborn и практика по деревьям

Практическая работа

Выполнение задачи на программирование по теме урока

Самостоятельная работа

Самостоятельное выполнение заданий по теме урока, изучение дополнительных материалов

2.4. Случайный лес. Продвинутое ансамблирование. Дилемма смещения-дисперсии.

Лекция

Цели и план занятия

Техника ансамблирования

RSM

Дилемма смещения

Смешивание

Стекинг

Практическая работа

Выполнение задачи на программирование по теме урока, тестирование

Самостоятельная работа

Самостоятельное выполнение заданий по теме урока, изучение дополнительных материалов

2.5. Градиентный бустинг.

Лекция

Цели и план занятия

Бустинг

Градиентный бустинг.

Визуализация градиентного бустинга

CatBoost

Практическая работа

Выполнение заданий по теме лекции

Самостоятельная работа

Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции, изучение дополнительных материалов

2.6. Градиентный бустинг на практике

Лекция

Цели и план занятия

Градиентный бустинг. Примеры

Градиентный бустинг. Применение в Python

Практическая работа

Выполнение задачи на программирование по теме урока

Самостоятельная работа

Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции, изучение дополнительных материалов

2.7. Оценка значимости признаков.

Лекция

Цели и план занятия

Information gain и прочие подходы для деревьев

LIME

Shap

Практическая работа

Выполнение задачи на программирование по теме урока, тестирование

Самостоятельная работа

Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции, изучение дополнительных материалов

2.8. Введение в глубокое обучение.

Лекция

Цели и план занятия

История искусственных нейронных сетей

Нейронные сети

Механизм обратного распространения ошибки

Функции активации

Интерактивное демо

Нейронные сети. Итоги

Простейшая нейросеть на PyTorch

Практическая работа

Выполнение заданий по теме лекции

Самостоятельная работа

Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции, изучение дополнительных материалов

3. Модуль 3. Глубокое обучение

3.1. SGD доработки

Лекция

Цели и план занятия

SGD доработки

Регуляризация в DL

Проблема переобучения

Аугментация и итоги

PyTorch: модель с регуляризацией

Практическая работа

Выполнение задачи на программирование по теме урока

Самостоятельная работа

Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции, изучение дополнительных материалов

3.2. Векторные представления слов.

Лекция

Цели и план занятия

Введение в NLP

Предварительная обработка текста

Извлечение признаков

Векторное представление слов (Word Embeddings)

Векторные представления слов. Визуализация. (Word embeddings visualization)

Визуализация в Python

Практическая работа

Выполнение задачи на программирование по теме урока

Самостоятельная работа

Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции, изучение дополнительных материалов

3.3. Рекуррентные нейронные сети. Проблема затухающего градиента.

Лекция

Цели и план занятия

Языковое моделирование

Рекуррентные нейронные сети

RNN

LSTM

Проблема затухающих градиентов

Проблема взрывающихся градиентов

Языковое моделирование: реализация в Python

Рекуррентные нейронные сети: реализация в Python

Практическая работа

Выполнение задачи на программирование по теме урока

Самостоятельная работа

Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции, изучение дополнительных материалов

3.4. Обработка изображений. Сверточные нейронные сети. Часть 1.

Лекция

Цели и план занятия

Сверточные слои

Интерактивная демонстрация

Padding, Strides, Pooling

Практическая работа

Выполнение заданий по теме лекции

Самостоятельная работа

Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции, изучение дополнительных материалов

3.5. Обработка изображений. Сверточные нейронные сети. Часть 2.

Лекция

Цели и план занятия

Обзор архитектур

Свертки для изображений. Базовый обзор, примеры

Практическая работа

Выполнение задачи на программирование по теме урока

Самостоятельная работа

Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции, изучение дополнительных материалов

4. Зачет.

5. Итоговый проект

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Природоподобные технологии и биомиметический дизайн материалов и систем

Основы структурной биоинформатики и молекулярного моделирования

Цель дисциплины:

- освоение студентами базовых представлений о структурной биоинформатике и молекулярном моделировании, а так же вариантов их практического применения.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний структурной биоинформатике и её практическом применении;

- формирование базовых знаний молекулярном моделировании и его практическом применении.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории и формулы, описывающие поведения макромолекул;

- основные законы по которым строятся взаимодействия внутри биомacroмолекулярных систем;

- теоретические основы молекулярного моделирования.

уметь:

- анализировать биомacroмолекулярные структуры;

- применять современные методики молекулярного моделирования;

- применять современные методы молекулярной реконструкции биомолекул;

- эффективно использовать современные информационные технологии и ресурсы для получения необходимых знаний по интересующей научной проблеме.

владеть:

- специальной терминологией в области структурной биоинформатики и молекулярного моделирования;
- методиками построения молекулярных моделей;
- основными методиками молекулярной динамики;
- основными методами и подходами совместного анализа экспериментальных данных и данных молекулярного моделирования.

Темы и разделы курса:

1. Структура биомакромолекул.

Понятие о структуре биомакромолекул. Основные элементы биомакромолекулярных структур. Основные экспериментальные методы получения информации о структуре биомакромолекул.

2. Структурная биоинформатика.

Структурная биоинформатика. Основные понятия. Гомологическое моделирование. Методы построения структур биомакромолекул.

3. Молекулярное моделирование и молекулярная динамика.

Молекулярное моделирование. Потенциальные функции и молекулярные поля. Принципы построения молекулярных полей. Учет макроскопических параметров в молекулярной динамике. Термостаты и баростаты. Моделирование воды. Основные варианты моделей воды.

4. Расчёты энергий взаимодействия.

Расчёты свободной энергии в молекулярном моделировании. Основные методы. Расчёт точечных аминокислотных замен. Пути параметризации нестандартных молекул для молекулярной динамики. Расчет энергий связывания биомакромолекул. Молекулярное докинг. Основные понятия. Используемые функции оценки энергии.

5. Анализ данных молекулярного моделирования.

Методы и подходы к анализу данных молекулярной динамики и молекулярного моделирования. Сравнение данных моделирования с экспериментальными данными.

Аннотации к рабочим программам дисциплин.

Направление: 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность: Природоподобные технологии и биомиметический дизайн материалов и систем

Прикладная аналитика данных

Цель дисциплины:

- 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 Metrica;
- 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: Природоподобные технологии и биомиметический дизайн материалов и систем

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 BeautifulSoup, 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, методика 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 Beautiful Soup, 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: Природоподобные технологии и биомиметический дизайн материалов и систем

Современные средства разработки

Цель дисциплины:

- 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: Природоподобные технологии и биомиметический дизайн материалов и систем

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 брьюстеровского 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. Смесии кристаллических полимеров, их структура. Смесии 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 сетей: гибкие компоненты, жесткие компоненты – основания Шиффа, гибкие триподы. Циклические синтоны, плоские макроциклы – фталоцианины. Динамеры. Ротаксаны. Катенаны и молекулярные капсулы. Дендримеры – частицы-молекулы.